

541744

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年9月23日 (23.09.2004)

PCT

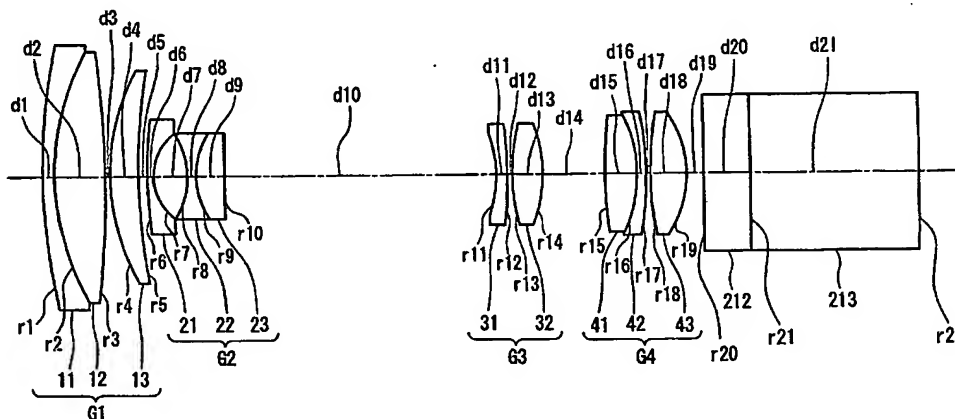
(10) 国際公開番号
WO 2004/081631 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G02B 15/16, 13/18 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/002987 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山田 克 (YAMADA, Katsu).
(22) 国際出願日: 2004年3月8日 (08.03.2004) (74) 代理人: 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ (IKEUCHI SATO & PARTNER PATENT ATTORNEYS); 〒5306026 大阪府大阪市北区天満橋1丁目8番30号OAPタワー26階 Osaka (JP).
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2003-070824 2003年3月14日 (14.03.2003) JP (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: SMALL ZOOMING LENS, AND DIGITAL CAMERA AND VIDEO CAMERA BOTH HAVING SAME

(54) 発明の名称: 小型ズームレンズ、及びこれを用いたデジタルカメラとビデオカメラ



(57) Abstract: A first lens group (G1) fixed relative to the image plane comprises a lens (11) having negative refractive power, a lens (12) having positive refractive power, and a lens (13) having positive refractive power. A second lens group (G2) has negative refractive power as a whole and is movable along the optical axis to bring about a magnifying action. The image plane is varied with the movement of the second lens group (G2) along the optical axis and of the object. The diaphragm is fixed relative to the image plane. A third lens group (G3) comprises a lens (31) having negative refractive power and a lens (32) having positive refractive power, has a positive or negative refractive power as a whole, and is fixed relative to the optical axis when the magnification is varied and the zooming lens is focused. A fourth lens group (G4) has positive refractive power as a whole and is movable along the optical axis so as to keep the image plane at a certain position. In such a way, a small, compact zooming lens bringing a high quality of image and preferable to 3CCD cameras is realized.

(57) 要約: 像面に対して固定の第1レンズ群 (G1) は、負の屈折力のレンズ (11)、正の屈折力のレンズ (12)、及び正の屈折力のレンズ (13) を含む。第2レンズ群 (G2) は、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動して変倍作用をもたらす。絞りは像面に対して固定される。第3レンズ群 (G3) は、負の屈折力のレンズ (31) と正の屈折力のレンズ (32) とを含み、全体として正又は負の屈折力を有し、変倍及び合焦時に光軸方向に対して固定される。第4レンズ群 (G4) は、全体として正

[続葉有]

WO 2004/081631 A1



SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

の屈折力を有し、第2レンズ群（G2）の光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する。これにより、高画質でかつコンパクトな3CCD用に好適な小型ズームレンズを実現できる。

明 細 書

小型ズームレンズ、及びこれを用いたデジタルカメラとビデオカメラ

技術分野

5 本発明は、ビデオカメラなどに用いられる超小型の３ＣＣＤ用光学系に好ましく用いることができる小型ズームレンズに関する。また、本発明は、この小型ズームレンズを用いたデジタルカメラ及びビデオカメラに関する。

背景技術

10 従来より、高画質タイプの３ＣＣＤ用光学系が提案されている。

例えば、特開平６－３４７６９７号公報に開示されたズームレンズは、物体側から正、負、正、正の屈折力を有する４つのレンズ群にて構成され、第２レンズ群で変倍、第４レンズ群でフォーカスを行う。また、第３レンズ群は、非球面を含む単レンズにて構成されている。

15 特開２０００－３０５０１６号公報に開示されたズームレンズも、物体側から正、負、正、正の屈折力を有する４つのレンズ群にて構成され、第２レンズ群で変倍、第４レンズ群でフォーカスを行う。

しかしながら、焦点距離を短くしながら色分解プリズムを挿入するためのバックフォーカスを確保するためには、第３レンズ群の屈折力を弱くしなくてはならない。特開平６－３４７６９７号公報のように、第３
20 レンズ群を単レンズにて構成すると、屈折力が弱くなるに従い、各レンズ面の曲率が緩くなり十分に収差補正ができない。あるいは物体側面と像側面の曲率が著しく近くなるため、芯取り等の加工が困難になる。特開２０００－３０５０１６号公報では、第３レンズ群が２枚で構成され

ているために、加工上の制約は小さくできるが、第 1 レンズ群は 3 枚の単レンズにて構成されているので、組みにくく、また、第 2 レンズ群は 4 枚の単レンズにて構成されているので、低コスト化できない。

5 発明の開示

本発明は、これらの課題を解決するためになされたもので、高画質でかつコンパクトな 3 C C D 用に好適な小型ズームレンズを提供することを目的とする。

上記の目的を達成するために、本発明の小型ズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第 1 レンズ群と、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす第 2 レンズ群と、像面に対して固定された絞りと、正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズとからなり、全体として正又は負の屈折力を有し、変倍及び合焦時に光軸方向に対して固定される第 3 レンズ群と、全体として正の屈折力を有し、前記第 2 レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第 4 レンズ群とを備える。

また、本発明のデジタルカメラ及びビデオカメラは、いずれも上記の本発明の小型ズームレンズを備える。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る小型ズームレンズの構成図である。

図 2 A ～ 図 2 E は、本発明の実施例 1 の小型ズームレンズの広角端における収差図である。

図 3 A～図 3 E は、本発明の実施例 1 の小型ズームレンズの標準位置における収差図である。

図 4 A～図 4 E は、本発明の実施例 1 の小型ズームレンズの望遠端における収差図である。

5 図 5 A～図 5 E は、本発明の実施例 2 の小型ズームレンズの広角端における収差図である。

図 6 A～図 6 E は、本発明の実施例 2 の小型ズームレンズの標準位置における収差図である。

10 図 7 A～図 7 E は、本発明の実施例 2 の小型ズームレンズの望遠端における収差図である。

図 8 A～図 8 E は、本発明の実施例 3 の小型ズームレンズの広角端における収差図である。

図 9 A～図 9 E は、本発明の実施例 3 の小型ズームレンズの標準位置における収差図である。

15 図 10 A～図 10 E は、本発明の実施例 3 の小型ズームレンズの望遠端における収差図である。

図 11 は、本発明の実施の形態 2 に係る小型ズームレンズの構成図である。

20 図 12 A～図 12 E は、本発明の実施例 4 の小型ズームレンズの広角端における収差図である。

図 13 A～図 13 E は、本発明の実施例 4 の小型ズームレンズの標準位置における収差図である。

図 14 A～図 14 E は、本発明の実施例 4 の小型ズームレンズの望遠端における収差図である。

25 図 15 A～図 15 E は、本発明の実施例 5 の小型ズームレンズの広角端における収差図である。

図 1 6 A～図 1 6 E は、本発明の実施例 5 の小型ズームレンズの標準位置における収差図である。

図 1 7 A～図 1 7 E は、本発明の実施例 5 の小型ズームレンズの望遠端における収差図である。

- 5 図 1 8 A～図 1 8 E は、本発明の実施例 6 の小型ズームレンズの広角端における収差図である。

図 1 9 A～図 1 9 E は、本発明の実施例 6 の小型ズームレンズの標準位置における収差図である。

- 10 図 2 0 A～図 2 0 E は、本発明の実施例 6 の小型ズームレンズの望遠端における収差図である。

図 2 1 は、本発明の実施の形態 3 に係るビデオカメラの概略構成図である。

発明を実施するための最良の形態

- 15 本発明の小型ズームレンズは、物体側から順に、第 1 レンズ群、第 2 レンズ群、絞り、第 3 レンズ群、及び第 4 レンズ群を備える。

第 1 レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定される。

- 20 第 2 レンズ群は、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす。

絞りは、像面に対して固定されている。

- 25 第 3 レンズ群は、正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズとからなり、全体として正又は負の屈折力を有し、変倍及び合焦時に光軸方向に対して固定される。

第 4 レンズ群は、全体として正の屈折力を有し、前記第 2 レンズ群の

光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する。

以上の構成により、3 CCD用として好ましく使用できる、高画質で小型のズームレンズを実現できる。

- 5 上記の本発明の小型ズームレンズにおいて、前記第2レンズ群は、少なくとも1面以上の非球面を含み、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス負レンズと、負の屈折力のレンズと、正の屈折力のレンズとを含むことが望ましい。

- 10 第2レンズ群がかかる好ましい構成を備えることにより、変倍時の色収差を抑制しつつ、非球面により軸外の下光線フレアを抑制できる。

また、上記の本発明の小型ズームレンズにおいて、前記第3レンズ群は、少なくとも1面以上の非球面を含み、物体側から順に、物体側に凹面を向けたメニスカス負レンズと、正の屈折力のレンズとを含むことが好ましい。

- 15 このように、第3レンズ群において、正の屈折力のレンズを像面側に配置することで、第4レンズ群への入射光線の光線高が小さくなり、それによってレンズ径を小さく、また、軽量化できるので、フォーカス時にアクチュエータにかかる消費電力を少なくすることができる。

- 20 また、上記の本発明の小型ズームレンズにおいて、第3レンズ群は、下記条件(1)を満足することが好ましい。

$$4. \quad 0.1 < |f_3 / f_4| < 6.0 \cdots (1)$$

ここで、

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

f_4 : 第4レンズ群の焦点距離

- 25 条件(1)は、第3レンズ群と第4レンズ群の焦点距離比に関する式である。下限を越えると、第4レンズ群の屈折力が弱くなりすぎるため

にフォーカス時のレンズの移動量が大きくなる。上限を越えると、第 4 レンズ群の屈折力が強くなりすぎるため、フォーカスによる収差の変動が大きくなる。

- また、上記の本発明の小型ズームレンズにおいて、第 3 レンズ群は、
5 下記条件 (2) を満足することが好ましい。

$$1.4 < |f_3 / f_w| < 2.10 \dots (2)$$

ここで、

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

- 10 条件 (2) の下限を越えると、第 3 レンズ群の屈折力が強くなりすぎるため、球面収差が発生する。上限を越えると、第 3 レンズ群の屈折力が弱くなりすぎるため、像面湾曲を補正するのが困難になる。

また、上記の本発明の小型ズームレンズにおいて、第 3 レンズ群は、
下記条件 (3) を満足することが好ましい。

15 $3 < |f_3 / BF_w| < 5.5 \dots (3)$

ここで、

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離

BF_w : 広角端でのバックフォーカス

- 条件 (3) の下限を越えると、色分解プリズムを挿入するだけの空気
20 間隔を確保するのが困難になる。上限を越えると、バックフォーカスが長くなりすぎるためにコンパクト化が困難になる。

また、上記の本発明の小型ズームレンズにおいて、第 3 レンズ群は下記条件 (4) を満足することが好ましい。

$$0.85 < |f_{31} / f_{32}| < 1.5 \dots (4)$$

- 25 ここで、

f_{31} : 第 3 レンズ群の物体側から第 1 番目のレンズの焦点距離

f 3 2 : 第 3 レンズ群の物体側から第 2 番目のレンズの焦点距離
 条件 (4) の下限を越えると、負の屈折力が大きくなりすぎ、負のペ
 ツツヴァール和が大きくなる。また、像側に配置されたレンズの径が大
 きくなりすぎるため小型化に不利となる。また、上限を越えると、正の
 5 屈折力が大きくなりすぎ、球面収差及び軸上色収差が補正不足となる。

また、上記の本発明の小型ズームレンズにおいて、第 3 レンズ群は、
 下記条件 (5) 及び (6) を満足することが好ましい。

$$|n_{d31} - n_{d32}| < 0.15 \quad \dots (5)$$

$$|\nu_{d31} - \nu_{d32}| < 3.0 \quad \dots (6)$$

10 ここで、

n_{d31} : 第 3 レンズ群の物体側レンズの屈折率

n_{d32} : 第 3 レンズ群の像側レンズの屈折率

ν_{d31} : 第 3 レンズ群の物体側レンズのアッベ数

ν_{d32} : 第 3 レンズ群の像側レンズのアッベ数

15 第 3 レンズ群は、特に広角時に軸上の光線高が最も高くなる。条件 (5) の上限を越えると、物体側レンズと像側レンズとの屈折率差が大きくなりすぎるため一方のレンズの負担が大きくなり、特に高次の球面収差が発生しやすくなる。条件 (6) の上限を越えると、軸上色収差が大きくなる。

20 また、上記の本発明の小型ズームレンズにおいて、前記第 4 レンズ群は、少なくとも 1 面以上の非球面と 1 組の接合レンズとを含み、物体側から順に、正の屈折力のレンズと、負の屈折力のレンズと、正の屈折力のレンズとを含むことが好ましい。

第 4 レンズ群がかかる好ましい構成を備えることにより、負レンズに
 25 入射する光線の光線高を低くできるので、ペツツヴァール和に有利である。また、最終レンズが正の屈折力のレンズであることから、CCD へ

の軸外光線の入射角を小さくできる。

また、前記第4レンズ群の最も物体側の面の屈折力を $\phi 41$ 、最大像高をRIHとしたとき、下記条件(7)を満足することが好ましい。

$$0.005 < \phi 41 / \text{RIH} < 0.035 \quad \dots (7)$$

- 5 条件(7)の上限を越えると屈折力が強くなりすぎるため、球面収差、コマ収差が大きくなる。下限を越えると収差を補正するだけの十分な屈折力が得られないため、球面収差、コマ収差を十分に補正できない。

- また、前記第4レンズ群において最も物体側に単レンズが配置され、前記単レンズの物体側の面の屈折力を $\phi 41$ 、前記単レンズの像側の面の屈折力を $\phi 42$ としたとき、下記条件(8)を満足することが好ましい。
- 10

$$0.04 < (\phi 41 - \phi 42) / \text{RIH} < 0.06 \quad \dots (8)$$

- あるいは、前記第4レンズ群は、物体側から順に正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズとの接合レンズと、正の屈折力の単レンズとからなり、前記接合レンズの最も物体側の面の屈折力を $\phi 41$ 、前記接合レンズの最も像側の面の屈折力を $\phi 43$ としたときに、下記条件(9)を満足することが好ましい。
- 15

$$0.025 < (\phi 41 - \phi 43) / \text{RIH} < 0.045 \quad \dots (9)$$

- 条件(8)及び条件(9)の上限を越えると、1つの群で補正する収差量が大きくなりすぎるため、レンズの偏心が生じた場合、性能の劣化が大きくなる。下限を越えると、偏心による性能低下は小さくなるが、偏心が無い状態での収差補正が不十分となる。
- 20

- また、本発明のビデオカメラ及びデジタルカメラによれば、本発明のズームレンズを用いることにより小型で高性能なビデオカメラ及びデジタルカメラを提供できる。
- 25

以下に、本発明のズームレンズの実施の形態について、図面及び表を

参考にしつつ詳細に説明する。

(実施の形態 1)

本発明の実施の形態 1 に係る小型ズームレンズの構成を図 1 に示す。

本実施の形態の小型ズームレンズは、物体側から順に、第 1 レンズ群
5 G 1、第 2 レンズ群 G 2、絞り（図示せず）、第 3 レンズ群 G 3、及び
第 4 レンズ群 G 4 を備える。

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側より順に、負の屈折力のレンズ 1 1、正
の屈折力のレンズ 1 2、及び正の屈折力のレンズ 1 3 を含み、全体とし
て正の屈折力を有し、像面に対して固定される。

10 第 2 レンズ群 G 2 は、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動す
ることにより変倍作用をもたらす。第 2 レンズ群 G 2 は、少なくとも 1
面以上の非球面を含み、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニ
スカス負レンズ 2 1 と、負の屈折力のレンズ 2 2 と、正の屈折力のレンズ
2 3 とを含む。

15 絞りは、像面に対して固定されている。

第 3 レンズ群 G 3 は、全体として正又は負の屈折力を有し、変倍及び
合焦時に光軸方向に対して固定される。第 3 レンズ群 G 3 は、少なくと
も 1 面以上の非球面を含み、物体側から順に、物体側に凹面を向けたメ
ニスカス負レンズ 3 1 と、正の屈折力のレンズ 3 2 とを含む。

20 第 4 レンズ群 G 4 は、全体として正の屈折力を有し、第 2 レンズ群 G
2 の光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から
一定の位置に保つように光軸上を移動する。第 4 レンズ群 G 4 は、少な
くとも 1 面以上の非球面を含み、物体側から順に、正の屈折力のレンズ
4 1 と、負の屈折力のレンズ 4 2 と、正の屈折力のレンズ 4 3 とを含む
25 。物体側のレンズ 4 1 とレンズ 4 2 とは接合レンズを構成しており、像
側のレンズ 4 3 は単レンズである。

図 1 において、2 1 2 はカバーガラス、ローパスフィルタ、及び I R カットフィルタなどを簡略化して図示しており、2 1 3 は色分解プリズムを簡略化して図示している。

図 1 において、 r_i (i は正の整数) は、物体側から数えたレンズ各面の曲率半径、 d_i (i は正の整数) は、物体側から数えたレンズ肉厚又はレンズ間の空気間隔を示す。

[実施例 1]

次に、実施の形態 1 に対応する実施例 1 に係るズームレンズの具体的な数値実施例を表 1 に示す。表 1 において、 r はレンズ面の曲率半径、 d はレンズの肉厚又はレンズ間の空気間隔、 n は各レンズの d 線に対する屈折率、 ν は各レンズの d 線に対するアッペ数である。

また、非球面を構成するレンズ面の非球面係数を表 2 に示す。各非球面形状は以下の式で表される回転対称非球面である。

$$SAG = \frac{H^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + D \cdot H^4 + E \cdot H^6 + F \cdot H^8 + G \cdot H^{10}$$

ここで、 SAG は、レンズの光軸からの半径方向の高さ H の位置におけるレンズ頂点からの変位量であり、 R は曲率半径、 K は円錐常数、 D 、 E 、 F 、 G は非球面係数である。

また、レンズ先端から測って無限位置にある物点に対してズームングを行ったときの、可変な空気間隔の各ズーム位置での値を表 3 に示す。

表 3 において、標準位置は 2 群倍率が -1 倍になる位置である。 f 、 F/N_o 、 ω は、それぞれ表 1 のズームレンズの広角端、標準位置及び望遠端における焦点距離、 F ナンバー、入射半面角である。

表 1

| 群 | 面 | r | d | n | ν |
|---|-----|--------------|----------|--------------|--------|
| 1 | 1 | 4 2. 1 1 9 | 0. 6 5 | 1. 8 4 6 6 6 | 2 3. 9 |
| | 2 | 1 7. 6 8 4 | 3. 1 0 | 1. 6 0 3 1 1 | 6 0. 7 |
| | 3 | - 7 4. 6 1 8 | 0. 1 5 | | |
| | 4 | 1 4. 6 8 7 | 1. 8 0 | 1. 7 7 2 5 0 | 4 9. 6 |
| | 5 | 4 0. 0 0 0 | 可変 | | |
| 2 | 6 | 4 0. 0 0 0 | 0. 4 0 | 1. 8 8 3 0 0 | 4 0. 9 |
| | 7 | 4. 3 3 8 | 1. 9 8 | | |
| | 8 | - 6. 8 0 1 | 0. 5 0 | 1. 6 6 5 4 7 | 5 5. 2 |
| | 9 | 5. 3 0 0 | 1. 8 0 | 1. 8 4 6 6 6 | 2 3. 9 |
| | 1 0 | - 4 3. 0 9 7 | 可変 | | |
| 3 | 1 1 | - 1 0. 0 0 0 | 0. 5 5 | 1. 6 9 6 8 0 | 5 5. 6 |
| | 1 2 | - 8 0. 0 0 0 | 0. 2 7 | | |
| | 1 3 | 1 4. 3 5 5 | 1. 6 5 | 1. 6 0 6 0 2 | 5 7. 4 |
| | 1 4 | - 1 5. 7 1 6 | 可変 | | |
| 4 | 1 5 | 3 5. 8 9 0 | 1. 9 5 | 1. 4 8 7 4 9 | 7 0. 4 |
| | 1 6 | - 9. 6 6 0 | 0. 4 5 | 1. 8 4 6 6 6 | 2 3. 9 |
| | 1 7 | - 3 0. 8 7 4 | 0. 1 2 | | |
| | 1 8 | 1 4. 5 3 0 | 2. 2 0 | 1. 5 1 4 5 0 | 6 3. 1 |
| | 1 9 | - 8. 3 8 7 | 可変 | | |
| 5 | 2 0 | ∞ | 2. 3 0 | 1. 5 1 6 3 3 | 6 4. 1 |
| | 2 1 | ∞ | 1 1. 0 0 | 1. 5 8 9 1 3 | 6 1. 2 |
| | 2 2 | ∞ | - | | |

表 2

| 面 | 8 | 1 3 | 1 4 | 1 8 | 1 9 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| K | -2.17886E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |
| D | -9.28339E-04 | -2.51088E-04 | 1.17809E-04 | -1.95784E-04 | 4.38665E-04 |
| E | -7.18798E-07 | -2.51467E-05 | -2.54415E-05 | -1.46425E-05 | -1.38232E-05 |
| F | -4.08791E-06 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |
| G | 9.18816E-08 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |

表 3

| | 広角端 | 標準 | 望遠端 |
|------------|------------|------------|------------|
| f | 2. 5 2 7 | 1 1. 1 2 1 | 2 4. 1 0 8 |
| F / NO | 1. 8 7 0 | 2. 1 6 1 | 2. 8 4 0 |
| 2 ω | 6 0. 1 8 8 | 1 3. 8 4 0 | 6. 2 1 6 |
| d 5 | 0. 5 0 0 | 9. 7 7 4 | 1 2. 6 5 0 |
| d 1 0 | 1 6. 6 0 0 | 7. 3 2 6 | 4. 4 5 0 |
| d 1 4 | 4. 0 2 6 | 2. 7 1 2 | 3. 9 4 8 |
| d 1 9 | 1. 0 0 0 | 2. 3 1 3 | 1. 0 7 8 |

ズームレンズの広角端、標準位置及び望遠端における各収差図を図 2 A～図 4 E に示す。なお、図 2 A、図 3 A、図 4 A は球面収差の図であり、実線は d 線に対する値を示す。図 2 B、図 3 B、図 4 B は非点収差の図であり、実線はサジタル像面湾曲、点線はメリディオナル像面湾曲を示す。図 2 C、図 3 C、図 4 C は歪曲収差を示す図である。図 2 D、図 3 D、図 4 D は軸上色収差の図であり、実線は d 線、点線は F 線、波線は C 線に対する値を示す。図 2 E、図 3 E、図 4 E は倍率色収差の図であり、点線は F 線、波線は C 線に対する値を示す。

図 2 A～図 4 E に示す収差図から明らかなように、本実施例 1 のズームレンズは、高解像度を実現するのに十分な収差補正能力を有している。

本実施例 1 における各条件式の値は次の通りである。

$$\begin{aligned}
 &|f_3 / f_4| = 4.04 \\
 &|f_3 / f_w| = 16.61 \\
 15 \quad &|f_3 / Bf_w| = 3.86 \\
 &|f_{31} / f_{32}| = 1.30 \\
 &|nd_{31} - nd_{32}| = 0.09 \\
 &|\nu_{d31} - \nu_{d32}| = 1.8
 \end{aligned}$$

$$RIH = 1.375$$

$$\phi 41 / RIH = 0.01$$

$$(\phi 41 - \phi 43) / RIH = 0.03$$

[実施例 2]

- 5 次に、実施の形態 1 に対応する実施例 2 に係るズームレンズの具体的な数値実施例を表 4 に示す。また、非球面を構成するレンズ面の非球面係数を表 5 に示す。また、レンズ先端から測って無限位置にある物点に対してズーミングを行ったときの、可変な空気間隔の各ズーム位置での値を表 6 に示す。

表 4

| 群 | 面 | r | d | n | ν |
|---|----|----------|-------|---------|-------|
| 1 | 1 | 45.747 | 0.65 | 1.84666 | 23.9 |
| | 2 | 18.436 | 3.10 | 1.60311 | 60.7 |
| | 3 | -60.132 | 0.15 | | |
| | 4 | 14.023 | 1.80 | 1.77250 | 49.6 |
| | 5 | 32.850 | 可変 | | |
| 2 | 6 | 32.850 | 0.40 | 1.88300 | 40.9 |
| | 7 | 4.365 | 1.98 | | |
| | 8 | -6.556 | 0.50 | 1.66547 | 55.2 |
| | 9 | 5.386 | 1.80 | 1.84666 | 23.9 |
| | 10 | -44.614 | 可変 | | |
| 3 | 11 | -10.000 | 0.55 | 1.69680 | 55.6 |
| | 12 | -80.000 | 0.20 | | |
| | 13 | 13.147 | 1.45 | 1.60602 | 57.4 |
| | 14 | -18.722 | 可変 | | |
| 4 | 15 | 27.257 | 2.00 | 1.48749 | 70.4 |
| | 16 | -9.718 | 0.45 | 1.84666 | 23.9 |
| | 17 | -30.743 | 0.20 | | |
| | 18 | 14.837 | 1.95 | 1.51450 | 63.1 |
| | 19 | -8.513 | 可変 | | |
| 5 | 20 | ∞ | 2.30 | 1.51633 | 64.1 |
| | 21 | ∞ | 11.00 | 1.58913 | 61.2 |
| | 22 | ∞ | — | | |

表 5

| 面 | 8 | 1 3 | 1 8 | 1 9 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| K | -3.86106E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |
| D | -1.88746E-03 | -4.02222E-04 | -1.90832E-04 | 4.51829E-04 |
| E | 7.81554E-05 | 2.64132E-06 | -3.03252E-06 | -4.27485E-06 |
| F | -1.40338E-05 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |
| G | 6.62510E-07 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |

表 6

| | 広角端 | 標準 | 望遠端 |
|--------|------------|------------|------------|
| f | 2. 5 4 9 | 1 1. 4 5 0 | 2 4. 6 9 9 |
| F / NO | 1. 8 7 6 | 2. 1 9 1 | 2. 8 4 0 |
| 2 ω | 5 9. 7 3 8 | 1 3. 5 1 4 | 6. 2 5 6 |
| d 5 | 0. 5 0 0 | 9. 8 3 8 | 1 2. 6 5 0 |
| d 1 0 | 1 6. 6 0 0 | 7. 2 6 2 | 1. 3 1 5 |
| d 1 4 | 4. 0 2 6 | 2. 6 2 2 | 4. 3 6 5 |
| d 1 9 | 1. 0 0 0 | 2. 4 0 4 | 1. 0 9 1 |

実施例 2 に係るズームレンズの広角端、標準位置及び望遠端における各収差図を図 5 A ～ 図 7 E に示す。

図 5 A ～ 図 7 E に示す収差図から明らかなように、本実施例 2 のズームレンズは、高解像度を実現するのに十分な収差補正能力を有している

5 。

本実施例 2 における各条件式の値は次の通りである。

$$| f 3 / f 4 | = 4. 7 4$$

$$| f 3 / f w | = 1 8. 8 6$$

$$| f 3 / B F w | = 4. 4 0$$

$$10 \quad | f 3 1 / f 3 2 | = 1. 2 7$$

$$| n d 3 1 - n d 3 2 | = 0. 0 9$$

$$| \nu d 3 1 - \nu d 3 2 | = 1. 8$$

$$R I H = 1. 3 7 5$$

$$\phi 41 / \text{RIH} = 0.013$$

$$(\phi 41 - \phi 43) / \text{RIH} = 0.033$$

[実施例 3]

次に、実施の形態 1 に対応する実施例 3 に係るズームレンズの具体的
5 数値実施例を表 7 に示す。また、非球面を構成するレンズ面の非球面係
数を表 8 に示す。また、レンズ先端から測って無限位置にある物点に対
してズーミングを行ったときの、可変な空気間隔の各ズーム位置での値
を表 9 に示す。

表 7

| 群 | 面 | r | d | n | ν |
|---|----|----------|-------|---------|-------|
| 1 | 1 | 42.816 | 0.65 | 1.84666 | 23.9 |
| | 2 | 17.686 | 3.10 | 1.60311 | 60.7 |
| | 3 | -75.026 | 0.15 | | |
| | 4 | 14.570 | 1.80 | 1.77250 | 49.6 |
| | 5 | 40.000 | 可変 | | |
| 2 | 6 | 40.000 | 0.40 | 1.88300 | 40.9 |
| | 7 | 4.364 | 1.98 | | |
| | 8 | -6.818 | 0.50 | 1.66547 | 55.2 |
| | 9 | 5.407 | 1.80 | 1.84666 | 23.9 |
| | 10 | -43.944 | 可変 | | |
| 3 | 11 | -10.000 | 0.55 | 1.69680 | 55.6 |
| | 12 | -80.000 | 0.20 | | |
| | 13 | 14.650 | 1.60 | 1.60602 | 57.4 |
| | 14 | -16.581 | 可変 | | |
| 4 | 15 | 22.551 | 1.80 | 1.48749 | 70.4 |
| | 16 | -9.718 | 0.45 | 1.84666 | 23.9 |
| | 17 | -30.178 | 0.20 | | |
| | 18 | 16.615 | 2.10 | 1.51450 | 63.1 |
| | 19 | -8.614 | 可変 | | |
| 5 | 20 | ∞ | 2.30 | 1.51633 | 64.1 |
| | 21 | ∞ | 11.00 | 1.58913 | 61.2 |
| | 22 | ∞ | — | | |

表 8

| 面 | 8 | 1 3 | 1 4 | 1 8 | 1 9 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| K | -3.72923E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |
| D | -1.58644E-03 | -6.95221E-04 | -3.06071E-04 | -2.55430E-04 | 3.88552E-04 |
| E | 7.57996E-05 | -8.74395E-06 | -1.30855E-05 | -4.79720E-06 | -6.72353E-06 |
| F | -1.53871E-05 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |
| G | 8.08638E-07 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |

表 9

| | 広角端 | 標準 | 望遠端 |
|-------|------------|------------|------------|
| f | 2. 5 3 9 | 1 1. 2 4 8 | 2 4. 8 1 7 |
| F/NO | 1. 8 7 8 | 2. 1 9 1 | 2. 8 5 0 |
| 2 ω | 5 9. 9 6 4 | 1 3. 7 3 8 | 6. 2 1 4 |
| d 5 | 0. 5 0 0 | 9. 7 4 7 | 1 2. 7 0 5 |
| d 1 0 | 1 6. 6 0 0 | 7. 3 5 3 | 4. 3 9 5 |
| d 1 4 | 4. 0 2 6 | 2. 6 5 6 | 4. 0 2 6 |
| d 1 9 | 1. 0 0 0 | 2. 3 7 0 | 1. 0 0 0 |

実施例 3 に係るズームレンズの広角端、標準位置及び望遠端における各収差図を図 8 A～図 1 0 E に示す。

図 8 A～図 1 0 E に示す収差図から明らかなように、本実施例 3 のズームレンズは、高解像度を実現するのに十分な収差補正能力を有している。

本実施例 3 における各条件式の値は次の通りである。

$$|f_3 / f_4| = 4.77$$

$$|f_3 / f_w| = 19.21$$

$$|f_3 / BF_w| = 4.47$$

$$|f_{31} / f_{32}| = 1.26$$

$$|nd_{31} - nd_{32}| = 0.09$$

$$|\nu_{d31} - \nu_{d32}| = 1.8$$

$$RIH = 1.375$$

$$\phi 41 / R_{IH} = 0.016$$

$$(\phi 41 - \phi 43) / R_{IH} = 0.036$$

(実施の形態 2)

本発明の実施の形態 2 に係る小型ズームレンズの構成を図 1 1 に示す

5 。

実施の形態 1 に係る図 1 と同じ構成要素には同一の符号を付して、それらの説明を省略する。

本実施の形態 2 が実施の形態 1 と異なるのは、第 4 レンズ群 G 4 の構成のみである。本実施の形態 2 の第 4 レンズ群 G 4 は、全体として正の
10 屈折力を有し、第 2 レンズ群 G 2 の光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する。第 4 レンズ群 G 4 は、少なくとも 1 面以上の非球面を含み、物体側から順に、正の屈折力のレンズ 4 1 と、負の屈折力のレンズ 4 2 と、正の屈折力のレンズ 4 3 とを含む。実施の形態 1 と異なり、物体側のレン
15 ズ 4 1 は単レンズであり、像側のレンズ 4 2 とレンズ 4 3 とは接合レンズを構成している。

[実施例 4]

次に、実施の形態 2 に対応する実施例 4 に係るズームレンズの具体的な数値実施例を表 1 0 に示す。また、非球面を構成するレンズ面の非球面
20 係数を表 1 1 に示す。また、レンズ先端から測って無限位置にある物点に対してズームを行ったときの、可変な空気間隔の各ズーム位置での値を表 1 2 に示す。

表 1 0

| 群 | 面 | r | d | n | ν |
|---|-----|---------------|-----------|---------------|---------|
| 1 | 1 | 4 4 . 7 6 4 | 0 . 6 5 | 1 . 8 4 6 6 6 | 2 3 . 9 |
| | 2 | 1 8 . 0 9 3 | 3 . 1 0 | 1 . 6 0 3 1 1 | 6 0 . 7 |
| | 3 | - 6 8 . 8 2 9 | 0 . 1 5 | | |
| | 4 | 1 4 . 8 2 9 | 1 . 8 0 | 1 . 7 7 2 5 0 | 4 9 . 6 |
| | 5 | 4 1 . 5 0 9 | 可変 | | |
| 2 | 6 | 4 1 . 5 0 9 | 0 . 4 0 | 1 . 8 8 3 0 0 | 4 0 . 9 |
| | 7 | 4 . 5 3 7 | 1 . 9 8 | | |
| | 8 | - 6 . 6 0 3 | 0 . 5 0 | 1 . 6 6 5 4 7 | 5 5 . 2 |
| | 9 | 5 . 5 5 4 | 1 . 8 0 | 1 . 8 4 6 6 6 | 2 3 . 9 |
| | 1 0 | - 4 6 . 5 6 6 | 可変 | | |
| 3 | 1 1 | - 1 0 . 0 0 0 | 0 . 5 5 | 1 . 6 9 6 8 0 | 5 5 . 6 |
| | 1 2 | - 8 0 . 0 0 0 | 0 . 2 0 | | |
| | 1 3 | 1 1 . 6 5 3 | 1 . 3 5 | 1 . 6 0 6 0 2 | 5 7 . 4 |
| | 1 4 | - 5 8 . 7 3 2 | 可変 | | |
| 4 | 1 5 | 1 2 . 6 8 1 | 1 . 7 0 | 1 . 5 1 4 5 0 | 6 3 . 1 |
| | 1 6 | - 1 4 . 3 9 1 | 0 . 3 5 | | |
| | 1 7 | ∞ | 0 . 4 5 | 1 . 8 4 6 6 6 | 2 3 . 9 |
| | 1 8 | 1 4 . 8 6 7 | 2 . 2 5 | 1 . 4 8 7 4 9 | 7 0 . 4 |
| | 1 9 | - 7 . 5 5 4 | 可変 | | |
| 5 | 2 0 | ∞ | 2 . 3 0 | 1 . 5 1 6 3 3 | 6 4 . 1 |
| | 2 1 | ∞ | 1 1 . 0 0 | 1 . 5 8 9 1 3 | 6 1 . 2 |
| | 2 2 | ∞ | - | | |

表 1 1

| 面 | 8 | 1 3 | 1 5 | 1 6 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| K | -3.04317E+00 | 0.00000E+00 | -5.07847E-01 | -3.10062E+00 |
| D | -1.38546E-03 | -4.33897E-04 | -2.80966E-06 | 7.34395E-04 |
| E | 2.20637E-05 | 1.60648E-06 | 3.08781E-06 | 4.08252E-06 |
| F | -3.87080E-06 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |
| G | 1.05179E-07 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |

表 1 2

| | 広角端 | 標準 | 望遠端 |
|------------|------------|------------|------------|
| f | 2. 5 2 1 | 1 1. 7 3 3 | 2 4. 6 7 6 |
| F/NO | 1. 8 7 2 | 2. 2 6 7 | 3. 0 2 2 |
| 2 ω | 6 0. 1 8 0 | 1 3. 1 2 0 | 6. 2 1 0 |
| d 5 | 0. 5 0 0 | 9. 7 6 7 | 1 2. 7 2 0 |
| d 1 0 | 1 6. 6 0 0 | 7. 3 3 3 | 4. 3 8 0 |
| d 1 4 | 4. 0 2 6 | 2. 4 0 1 | 4. 0 1 6 |
| d 1 9 | 1. 0 0 0 | 2. 6 2 5 | 1. 0 0 9 |

実施例 4 に係るズームレンズの広角端、標準位置及び望遠端における各収差図を図 1 2 A～図 1 4 E に示す。

図 1 2 A～図 1 4 E に示す収差図から明らかなように、本実施例 4 のズームレンズは、高解像度を実現するのに十分な収差補正能力を有して
5 いる。

本実施例 4 における各条件式の値は次の通りである。

$$\begin{aligned}
 &|f_3/f_4| = 28.16 \\
 &|f_3/f_w| = 105.08 \\
 &|f_3/BF_w| = 24.32 \\
 10 \quad &|f_{31}/f_{32}| = 1.02 \\
 &|nd_{31}-nd_{32}| = 0.09 \\
 &|\nu_{d31}-\nu_{d32}| = 1.8 \\
 &RIH = 1.375 \\
 &\phi_{41}/RIH = 0.03 \\
 15 \quad &(\phi_{41}-\phi_{42})/RIH = 0.056
 \end{aligned}$$

[実施例 5]

次に、実施の形態 2 に対応する実施例 5 に係るズームレンズの具体的数値実施例を表 1 3 に示す。また、非球面を構成するレンズ面の非球面

係数を表 1 4 に示す。また、レンズ先端から測って無限位置にある物点に対してズームを行ったときの、可変な空気間隔の各ズーム位置での値を表 1 5 に示す。

表 1 3

| 群 | 面 | r | d | n | ν |
|---|----|----------|-------|---------|-------|
| 1 | 1 | 34.170 | 0.65 | 1.84666 | 23.9 |
| | 2 | 17.739 | 3.20 | 1.49700 | 81.6 |
| | 3 | -61.283 | 0.15 | | |
| | 4 | 14.762 | 1.80 | 1.77250 | 49.6 |
| | 5 | 43.687 | 可変 | | |
| 2 | 6 | 43.687 | 0.40 | 1.88300 | 40.9 |
| | 7 | 4.471 | 1.98 | | |
| | 8 | -6.612 | 0.50 | 1.66547 | 55.2 |
| | 9 | 5.560 | 1.80 | 1.84666 | 23.9 |
| | 10 | -41.180 | 可変 | | |
| 3 | 11 | -10.000 | 0.55 | 1.69680 | 55.6 |
| | 12 | -80.000 | 0.20 | | |
| | 13 | 12.663 | 1.35 | 1.60602 | 57.4 |
| | 14 | -40.439 | 可変 | | |
| 4 | 15 | 12.300 | 1.70 | 1.51450 | 63.1 |
| | 16 | -15.402 | 0.35 | | |
| | 17 | ∞ | 0.45 | 1.84666 | 23.9 |
| | 18 | 14.818 | 2.25 | 1.48749 | 70.4 |
| | 19 | -7.524 | 可変 | | |
| 5 | 20 | ∞ | 2.30 | 1.51633 | 64.1 |
| | 21 | ∞ | 11.00 | 1.58913 | 61.2 |
| | 22 | ∞ | - | | |

表 1 4

| 面 | 8 | 13 | 15 | 16 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| K | -3.57190E+00 | 0.00000E+00 | -6.27182E-01 | -3.29444E+00 |
| D | -1.58537E-03 | -3.73437E-04 | -8.48880E-06 | 7.35383E-04 |
| E | 2.82612E-05 | -2.63365E-07 | 2.74820E-06 | 3.29235E-06 |
| F | -3.72365E-06 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |
| G | 7.39995E-08 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |

表 1 5

| | 広角端 | 標準 | 望遠端 |
|------------|------------|------------|------------|
| f | 2. 5 1 3 | 1 1. 6 2 5 | 2 4. 8 1 7 |
| F / NO | 1. 8 6 7 | 2. 2 5 5 | 2. 8 1 9 |
| 2 ω | 6 0. 2 7 2 | 1 3. 2 4 0 | 6. 2 1 8 |
| d 5 | 0. 5 0 0 | 9. 7 7 5 | 1 2. 7 3 6 |
| d 1 0 | 1 6. 6 0 0 | 7. 3 2 5 | 4. 3 6 5 |
| d 1 4 | 4. 0 2 6 | 2. 6 9 5 | 4. 0 2 6 |
| d 1 9 | 1. 0 0 0 | 2. 3 3 1 | 1. 0 0 0 |

実施例 5 に係るズームレンズの広角端、標準位置及び望遠端における各収差図を図 1 5 A ～ 図 1 7 E に示す。

図 1 5 A ～ 図 1 7 E に示す収差図から明らかなように、本実施例 5 のズームレンズは、高解像度を実現するのに十分な収差補正能力を有して
5 いる。

本実施例 5 における各条件式の値は次の通りである。

$$\begin{aligned}
 &|f_3 / f_4| = 23.99 \\
 &|f_3 / f_w| = 90.53 \\
 &|f_3 / BF_w| = 20.86 \\
 10 \quad &|f_{31} / f_{32}| = 1.02 \\
 &|nd_{31} - nd_{32}| = 0.09 \\
 &|\nu_{d31} - \nu_{d32}| = 1.8 \\
 &RIH = 1.375 \\
 &\phi_{41} / RIH = 0.03 \\
 15 \quad &(\phi_{41} - \phi_{42}) / RIH = 0.055
 \end{aligned}$$

[実施例 6]

次に、実施の形態 2 に対応する実施例 6 に係るズームレンズの具体的数値実施例を表 1 6 に示す。また、非球面を構成するレンズ面の非球面

係数を表 1 7 に示す。また、レンズ先端から測って無限位置にある物点に対してズームを行ったときの、可変な空気間隔の各ズーム位置での値を表 1 8 に示す。

表 1 6

| 群 | 面 | r | d | n | ν |
|---|----|----------|-------|---------|-------|
| 1 | 1 | 47.499 | 0.65 | 1.84666 | 23.9 |
| | 2 | 18.666 | 3.10 | 1.49700 | 81.6 |
| | 3 | -59.606 | 0.15 | | |
| | 4 | 14.385 | 1.80 | 1.77250 | 49.6 |
| | 5 | 36.141 | 可変 | | |
| 2 | 6 | 36.141 | 0.40 | 1.88300 | 40.9 |
| | 7 | 4.643 | 1.98 | | |
| | 8 | -7.099 | 0.50 | 1.66547 | 55.2 |
| | 9 | 5.054 | 1.80 | 1.84666 | 23.9 |
| | 10 | -169.683 | 可変 | | |
| 3 | 11 | -10.000 | 0.55 | 1.69680 | 55.6 |
| | 12 | -47.979 | 0.20 | | |
| | 13 | 15.594 | 1.35 | 1.60602 | 57.4 |
| | 14 | -50.058 | 可変 | | |
| 4 | 15 | 14.885 | 1.70 | 1.51450 | 63.1 |
| | 16 | -18.381 | 0.35 | | |
| | 17 | 21.291 | 0.45 | 1.84666 | 23.9 |
| | 18 | 9.228 | 2.25 | 1.48749 | 70.4 |
| | 19 | -8.650 | 可変 | | |
| 5 | 20 | ∞ | 2.30 | 1.51633 | 64.1 |
| | 21 | ∞ | 11.00 | 1.58913 | 61.2 |
| | 22 | ∞ | - | | |

表 1 7

| 面 | 8 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| K | -2.62793E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 4.71412E-01 | 8.46971E-01 |
| D | -1.18751E-03 | -7.26655E-04 | -3.29720E-04 | 9.66901E-06 | 6.52678E-04 |
| E | 2.51942E-05 | -4.66447E-05 | -4.37520E-05 | 4.09662E-06 | 5.12648E-06 |
| F | -5.50514E-06 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |
| G | 1.65637E-07 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 |

表 1 8

| | 広角端 | 標準 | 望遠端 |
|-------|------------|------------|------------|
| f | 2. 4 6 7 | 1 1. 4 4 8 | 2 4. 2 6 0 |
| F/NO | 1. 8 6 6 | 2. 1 8 5 | 2. 7 1 1 |
| 2ω | 6 1. 3 4 8 | 1 3. 4 4 6 | 6. 3 0 8 |
| d 5 | 0. 5 0 0 | 9. 7 1 4 | 1 2. 7 3 6 |
| d 1 0 | 1 6. 6 0 0 | 7. 3 8 6 | 4. 3 9 5 |
| d 1 4 | 4. 4 5 6 | 2. 8 2 7 | 4. 4 7 7 |
| d 1 9 | 1. 0 0 0 | 2. 5 9 9 | 0. 9 4 9 |

実施例 6 に係るズームレンズの広角端、標準位置及び望遠端における各収差図を図 1 8 A～図 2 0 E に示す。

図 1 8 A～図 2 0 E に示す収差図から明らかなように、本実施例 6 のズームレンズは、高解像度を実現するのに十分な収差補正能力を有して
5 いる。

本実施例 6 における各条件式の値は次の通りである。

$$\begin{aligned}
 &|f_3/f_4| = 54.7 \\
 &|f_3/f_w| = 200.31 \\
 &|f_3/BF_w| = 50.368 \\
 10 \quad &|f_{31}/f_{32}| = 0.92 \\
 &|nd_{31}-nd_{32}| = 0.09 \\
 &|\nu d_{31}-\nu d_{32}| = 1.8 \\
 &RIH = 1.375 \\
 &\phi_{41}/RIH = 0.025 \\
 15 \quad &(\phi_{41}-\phi_{42})/RIH = 0.046 \\
 &(\text{実施の形態 3})
 \end{aligned}$$

図 2 1 に本発明のズームレンズを用いて構成したビデオカメラの構成図を示す。2 1 1 は実施の形態 1 のズームレンズ、2 1 2 はローパスフ

ィルタ及び I R 吸収ガラス等、2 1 3 a ~ 2 1 3 c は色分解プリズム、
2 1 4 a ~ 2 1 4 c は C C D、2 1 5 は信号処理回路、2 1 6 はビュー
ファインダーである。

ズームレンズ 2 1 1 を通過した光は、ローパスフィルタ及び I R 吸収
5 ガラス 2 1 2 にて不要光成分が除去された後、色分解プリズム 2 1 3 a
~ 2 1 3 c にて赤、緑、青の各色光に分解された後、C C D 2 1 4 a ~
2 1 4 c の受光面上に結像される。赤、緑、青の各色光に対応する C C
D 2 1 4 a ~ 2 1 4 c からの出力信号は信号処理回路 2 1 5 にて演算処
理されて、ビューファインダー 2 1 6 上にカラー画像が表示される。ま
10 た、信号処理回路 2 1 5 からの出力信号は、図示しない映像記録回路に
入力されて、所定の記録媒体に動画像が記録される。

本実施の形態のビデオカメラは、本発明のズームレンズを用いている
ために、高画質でかつコンパクトなビデオカメラを実現できる。

なお、ズームレンズ 2 1 1 として、実施の形態 2 のズームレンズを使
15 用することもできる。

また、図 2 1 と同様の構成を用いて静止画像を記録するデジタルカメ
ラを構成することもできる。

以上に説明した実施の形態は、いずれもあくまでも本発明の技術的内容
を明らかにする意図のものであって、本発明はこのような具体例にの
20 み限定して解釈されるものではなく、その発明の精神と請求の範囲に記
載する範囲内でいろいろと変更して実施することができ、本発明を広義
に解釈すべきである。

産業上の利用の可能性

25 本発明の小型ズームレンズの利用分野は特に制限はなく、例えばビデ
オカメラなどに用いられる超小型の 3 C C D 用光学系に用いることがで

きる。

請 求 の 範 囲

1. 物体側より順に、負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、

全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす第2レンズ群と、

像面に対して固定された絞りと、

正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズとからなり、全体として正又は負の屈折力を有し、変倍及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、

全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群と

を備えた小型ズームレンズ。

2. 前記第2レンズ群は、少なくとも1面以上の非球面を含み、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス負レンズと、負の屈折力のレンズと、正の屈折力のレンズとを含む請求項1に記載の小型ズームレンズ。

3. 前記第3レンズ群は、少なくとも1面以上の非球面を含み、物体側から順に、物体側に凹面を向けたメニスカス負レンズと、正の屈折力のレンズとを含む請求項1に記載の小型ズームレンズ。

4. 前記第3レンズ群は、下記条件(1)を満足する請求項1に記載の小型ズームレンズ。

4. $0.1 < |f_3 / f_4| < 60 \dots (1)$

ここで、

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

f_4 : 第4レンズ群の焦点距離

5. 前記第3レンズ群は、下記条件(2)を満足する請求項1に記載の小型ズームレンズ。

$$1.4 < |f_3 / f_w| < 2.10 \dots (2)$$

ここで、

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

6. 前記第3レンズ群は、下記条件(3)を満足する請求項1に記載の小型ズームレンズ。

$$3 < |f_3 / BF_w| < 5.5 \dots (3)$$

ここで、

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

BF_w : 広角端でのバックフォーカス

7. 前記第3レンズ群は、下記条件(4)を満足する請求項1に記載の小型ズームレンズ。

$$0.85 < |f_{31} / f_{32}| < 1.5 \dots (4)$$

ここで、

f_{31} : 第3レンズ群の物体側から第1番目のレンズの焦点距離

f_{32} : 第3レンズ群の物体側から第2番目のレンズの焦点距離

8. 前記第3レンズ群は、下記条件(5)及び(6)を満足する請求項1に記載の小型ズームレンズ。

$$|nd_{31} - nd_{32}| < 0.15 \dots (5)$$

$$|\nu_{d31} - \nu_{d32}| < 3.0 \dots (6)$$

ここで、

nd_{31} : 第3レンズ群の物体側レンズの屈折率

nd32 : 第 3 レンズ群の像側レンズの屈折率

$\nu d31$: 第 3 レンズ群の物体側レンズのアッベ数

$\nu d32$: 第 3 レンズ群の像側レンズのアッベ数

9. 前記第 4 レンズ群は、少なくとも 1 面以上の非球面と 1 組の接合
5 レンズとを含み、物体側から順に、正の屈折力のレンズと、負の屈折力の
レンズと、正の屈折力のレンズとを含む請求項 1 に記載の小型ズーム
レンズ。

10 10. 前記第 4 レンズ群の最も物体側の面の屈折力を $\phi 41$ 、最大像
高を RIH としたとき、下記条件 (7) を満足する請求項 1 に記載の小型
ズームレンズ。

$$0.005 < \phi 41 / \text{RIH} < 0.035 \quad \dots (7)$$

11. 前記第 4 レンズ群において最も物体側に単レンズが配置され、
前記単レンズの物体側の面の屈折力を $\phi 41$ 、前記単レンズの像側の面
の屈折力を $\phi 42$ としたとき、下記条件 (8) を満足する請求項 1 に記
15 載の小型ズームレンズ。

$$0.04 < (\phi 41 - \phi 42) / \text{RIH} < 0.06 \quad \dots (8)$$

12. 前記第 4 レンズ群は、物体側から順に正の屈折力のレンズと負
の屈折力のレンズとの接合レンズと、正の屈折力の単レンズとからなり
、前記接合レンズの最も物体側の面の屈折力を $\phi 41$ 、前記接合レンズ
20 の最も像側の面の屈折力を $\phi 43$ としたときに、下記条件 (9) を満足
する請求項 1 に記載の小型ズームレンズ。

$$0.025 < (\phi 41 - \phi 43) / \text{RIH} < 0.045 \quad \dots (9)$$

13. 請求項 1 に記載の小型ズームレンズを用いたデジタルカメラ。

14. 請求項 1 に記載の小型ズームレンズを用いたビデオカメラ。

補正書の請求の範囲

[2004年7月05日 (05. 07. 04) 国際事務局受理：出願当初の請求の範囲1及び9は補正された；出願当初の請求の範囲3及び4は取り下げられた；他の請求の範囲は変更なし。(3頁)]

1. (補正後) 物体側より順に、負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズからなり、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、

全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす第2レンズ群と、

像面に対して固定された絞りと、

少なくとも1面以上の非球面を含み、物体側から順に、物体側に凹面を向けたメニスカス負レンズと、正の屈折力のレンズとからなり、全体として正又は負の屈折力を有し、変倍及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、

物体側から順に、正の屈折力のレンズと、負の屈折力のレンズと、正の屈折力のレンズとからなり、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群と

を備え、下記条件(1)を満足する小型ズームレンズ。

$$4. \quad 0.1 < |f_3 / f_4| < 6.0 \dots (1)$$

ここで、

20 f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

f_4 : 第4レンズ群の焦点距離

2. 前記第2レンズ群は、少なくとも1面以上の非球面を含み、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス負レンズと、負の屈折力のレンズと、正の屈折力のレンズとを含む請求項1に記載の小型ズームレンズ。

3. (削除)

4. (削除)

5. 前記第3レンズ群は、下記条件(2)を満足する請求項1に記載の小型ズームレンズ。

$$1.4 < |f_3 / f_w| < 2.10 \dots (2)$$

5 ここで、

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

6. 前記第3レンズ群は、下記条件(3)を満足する請求項1に記載の小型ズームレンズ。

10 $3 < |f_3 / BF_w| < 5.5 \dots (3)$

ここで、

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

BF_w : 広角端でのバックフォーカス

7. 前記第3レンズ群は、下記条件(4)を満足する請求項1に記載
15 の小型ズームレンズ。

$$0.85 < |f_{31} / f_{32}| < 1.5 \dots (4)$$

ここで、

f_{31} : 第3レンズ群の物体側から第1番目のレンズの焦点距離

f_{32} : 第3レンズ群の物体側から第2番目のレンズの焦点距離

8. 前記第3レンズ群は、下記条件(5)及び(6)を満足する請求
20 項1に記載の小型ズームレンズ。

$$|nd_{31} - nd_{32}| < 0.15 \dots (5)$$

$$|\nu_{d31} - \nu_{d32}| < 3.0 \dots (6)$$

ここで、

25 nd_{31} : 第3レンズ群の物体側レンズの屈折率

nd_{32} : 第3レンズ群の像側レンズの屈折率

$\nu d31$: 第 3 レンズ群の物体側レンズのアップベ数

$\nu d32$: 第 3 レンズ群の像側レンズのアップベ数

9. (補正後) 前記第 4 レンズ群は、少なくとも 1 面以上の非球面と 1 組の接合レンズとを含む請求項 1 に記載の小型ズームレンズ。

- 5 10. 前記第 4 レンズ群の最も物体側の面の屈折力を $\phi 41$ 、最大像高を RIH としたとき、下記条件 (7) を満足する請求項 1 に記載の小型ズームレンズ。

$$0.005 < \phi 41 / RIH < 0.035 \quad \dots (7)$$

- 10 11. 前記第 4 レンズ群において最も物体側に単レンズが配置され、前記単レンズの物体側の面の屈折力を $\phi 41$ 、前記単レンズの像側の面の屈折力を $\phi 42$ としたとき、下記条件 (8) を満足する請求項 1 に記載の小型ズームレンズ。

$$0.04 < (\phi 41 - \phi 42) / RIH < 0.06 \quad \dots (8)$$

- 15 12. 前記第 4 レンズ群は、物体側から順に正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズとの接合レンズと、正の屈折力の単レンズとからなり、前記接合レンズの最も物体側の面の屈折力を $\phi 41$ 、前記接合レンズの最も像側の面の屈折力を $\phi 43$ としたときに、下記条件 (9) を満足する請求項 1 に記載の小型ズームレンズ。

$$0.025 < (\phi 41 - \phi 43) / RIH < 0.045 \quad \dots (9)$$

- 20 13. 請求項 1 に記載の小型ズームレンズを用いたデジタルカメラ。

14. 請求項 1 に記載の小型ズームレンズを用いたビデオカメラ。

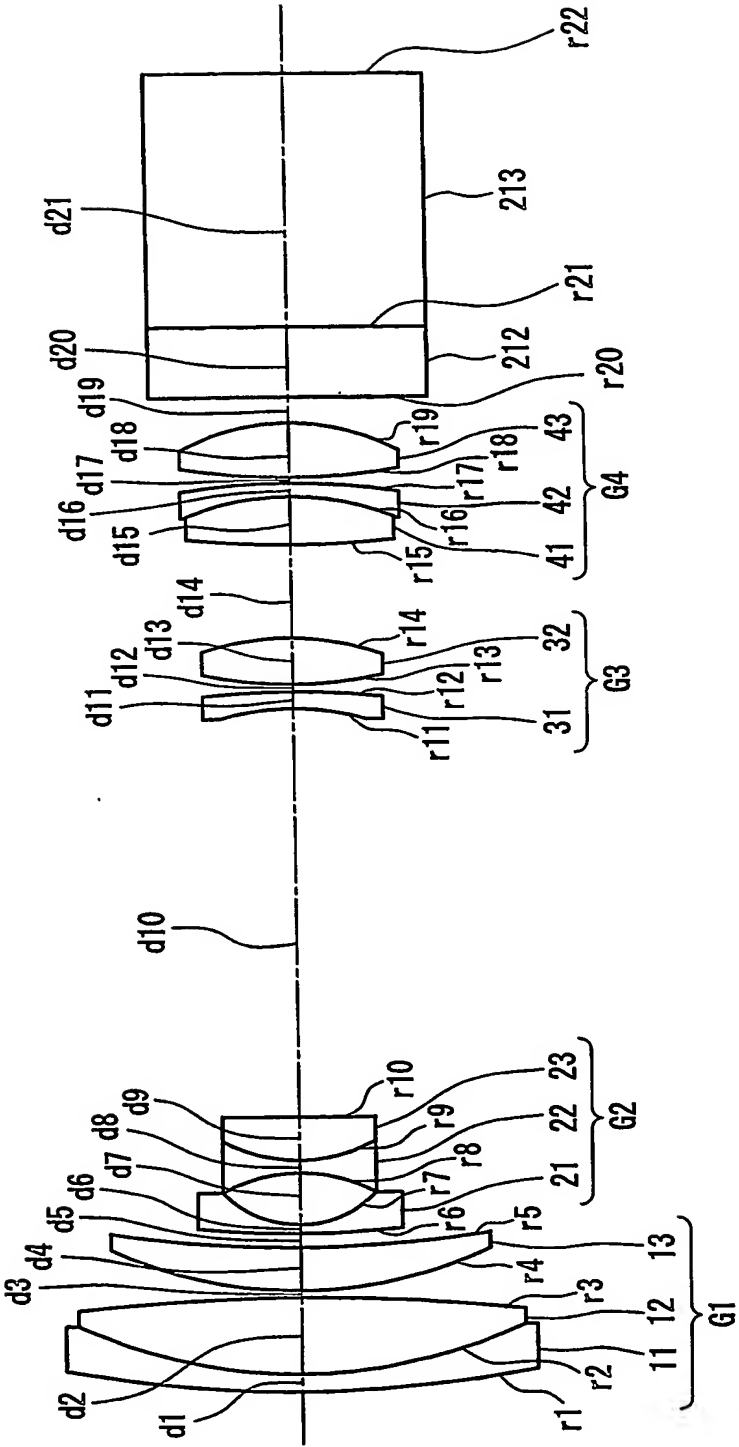


FIG. 1

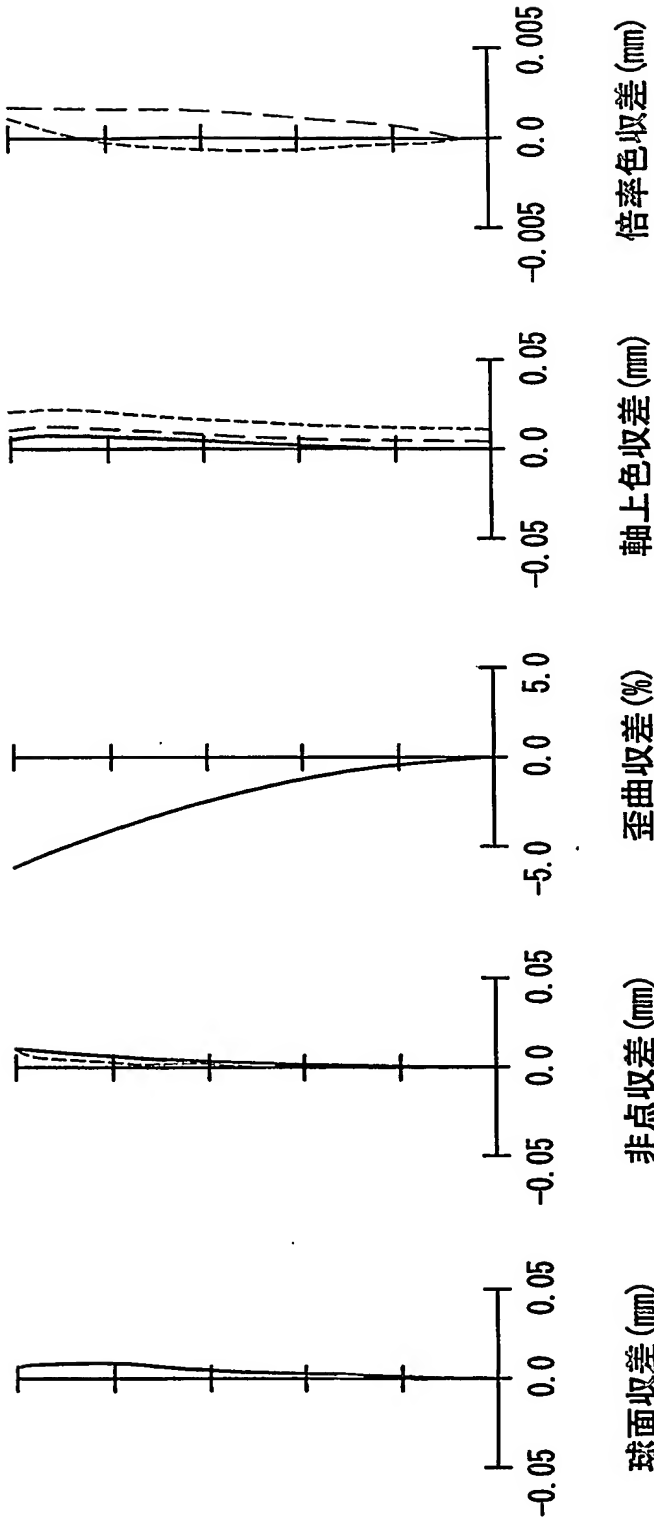


FIG. 2A

FIG. 2B

FIG. 2C

FIG. 2D

FIG. 2E

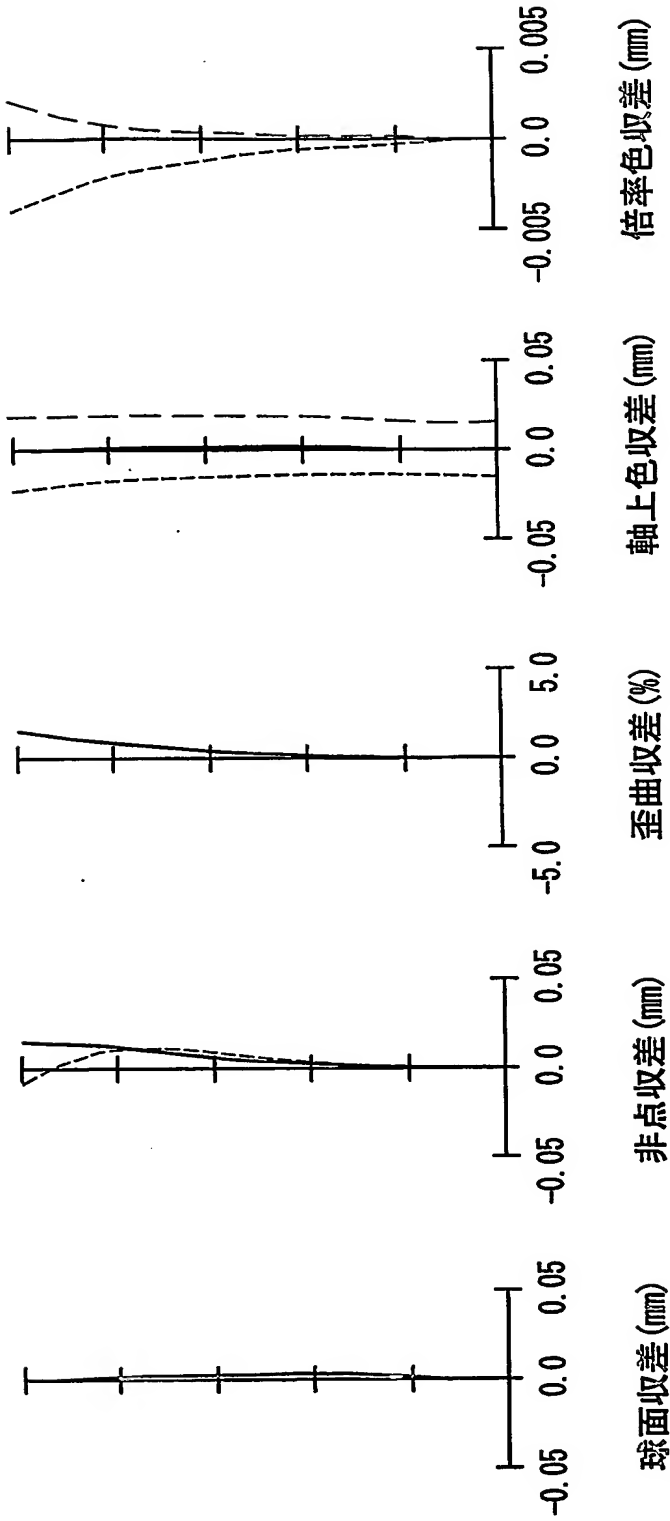


FIG. 3E

FIG. 3D

FIG. 3C

FIG. 3B

FIG. 3A

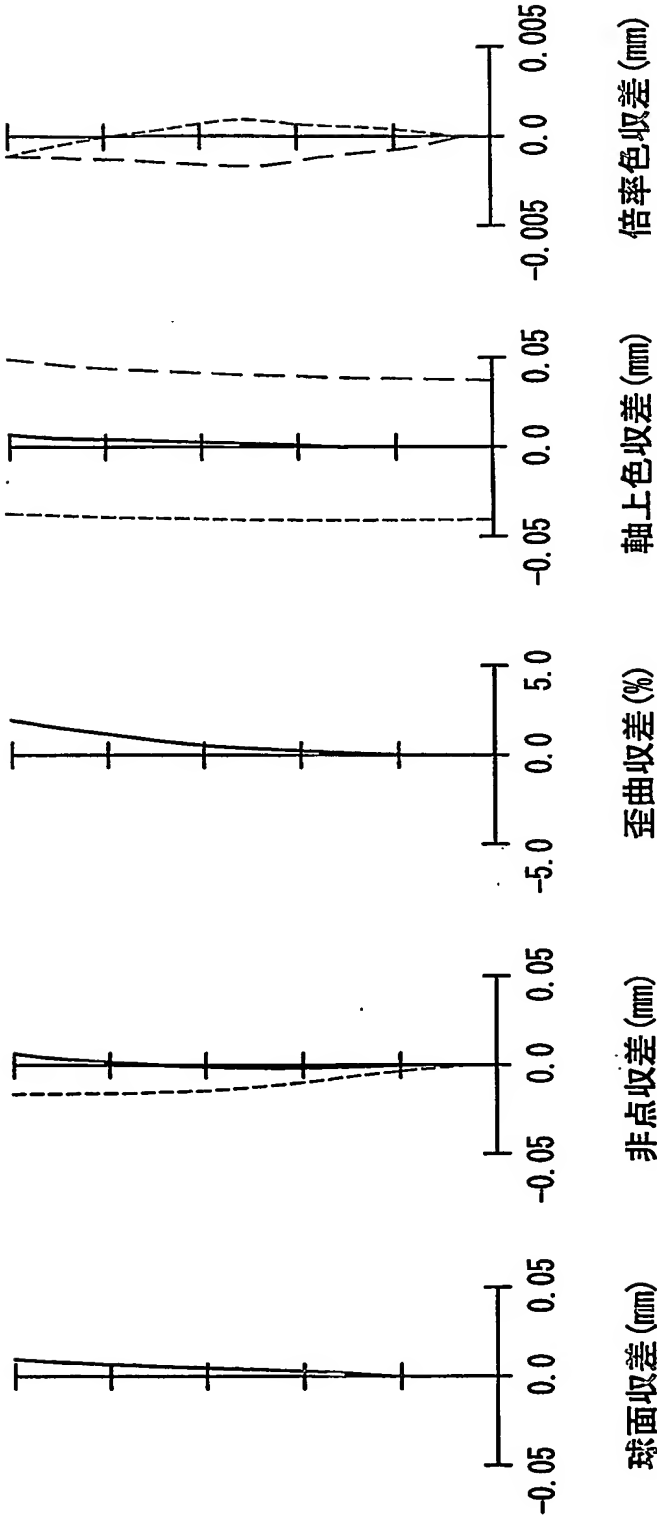


FIG. 4E

FIG. 4D

FIG. 4C

FIG. 4B

FIG. 4A

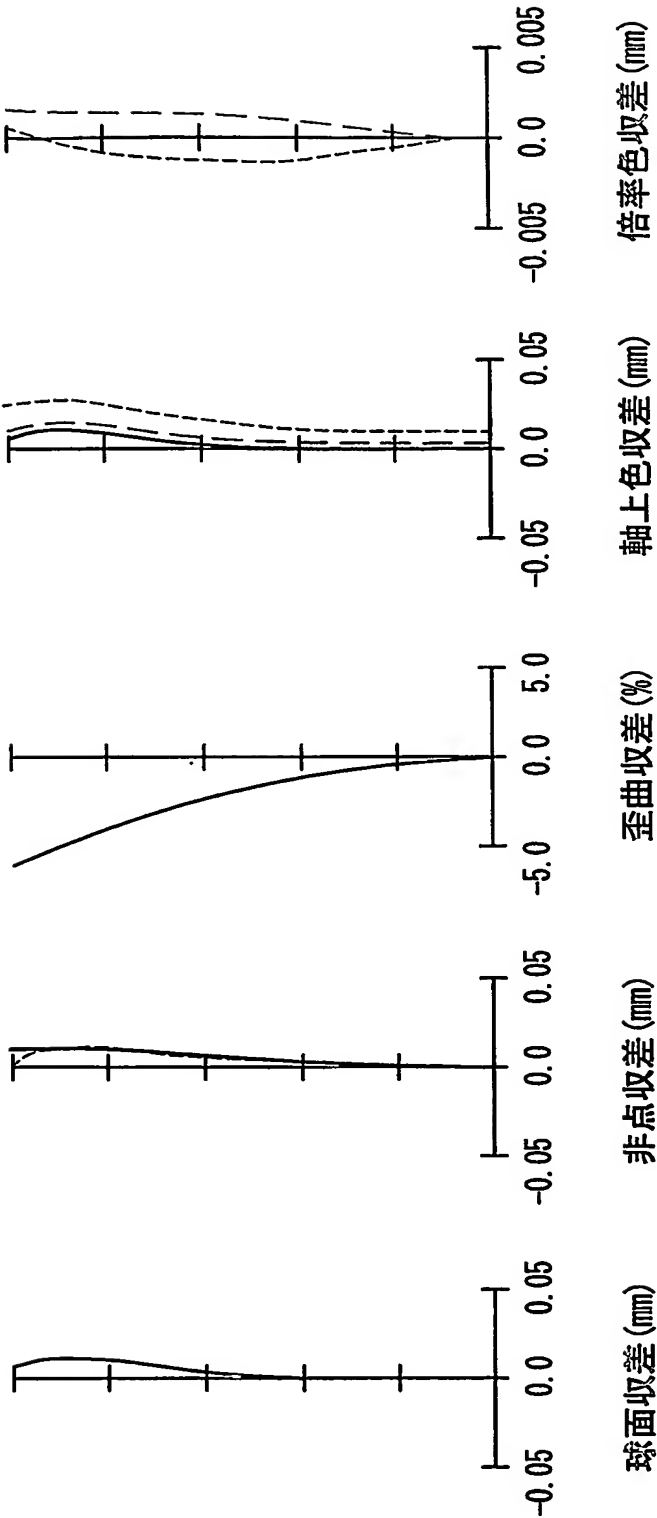


FIG. 5A

FIG. 5B

FIG. 5C

FIG. 5D

FIG. 5E

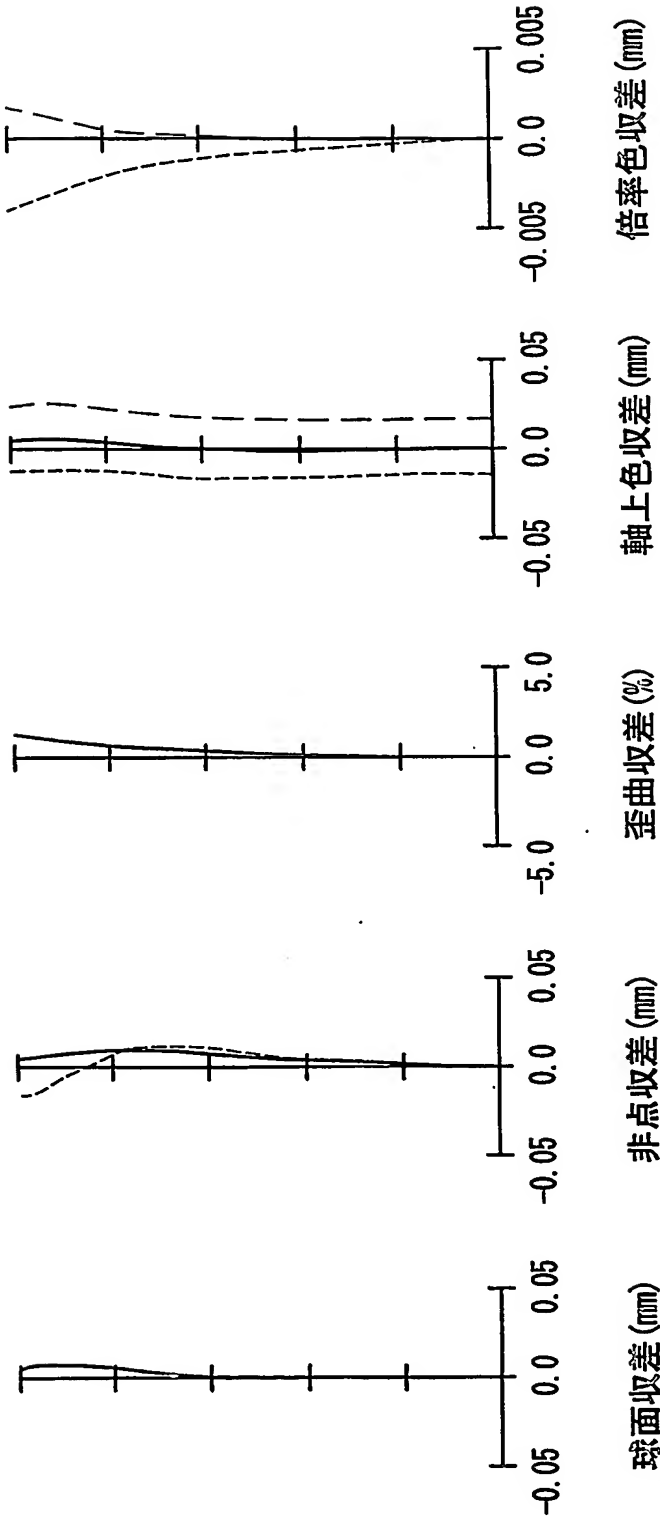


FIG. 6A

FIG. 6B

FIG. 6C

FIG. 6D

FIG. 6E

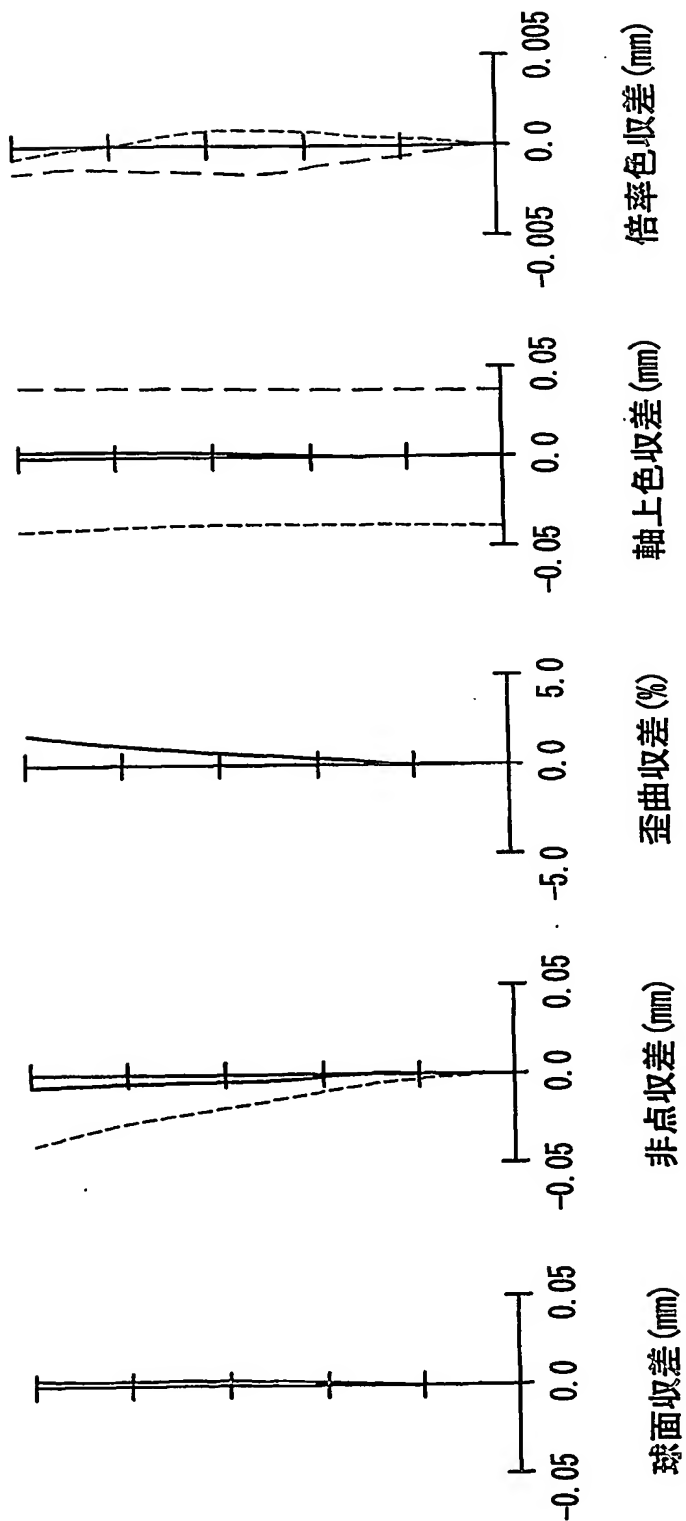


FIG. 7E

FIG. 7D

FIG. 7C

FIG. 7B

FIG. 7A

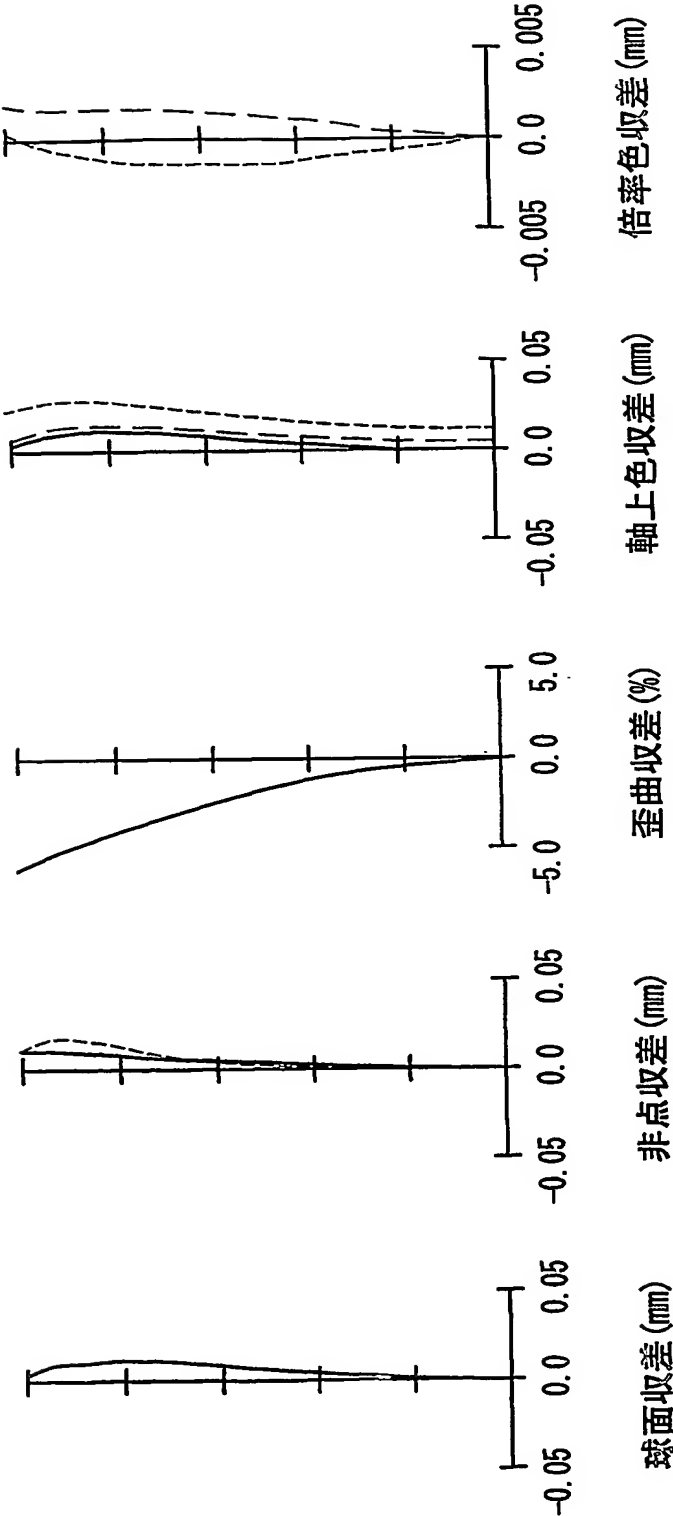


FIG. 8E

FIG. 8D

FIG. 8C

FIG. 8B

FIG. 8A

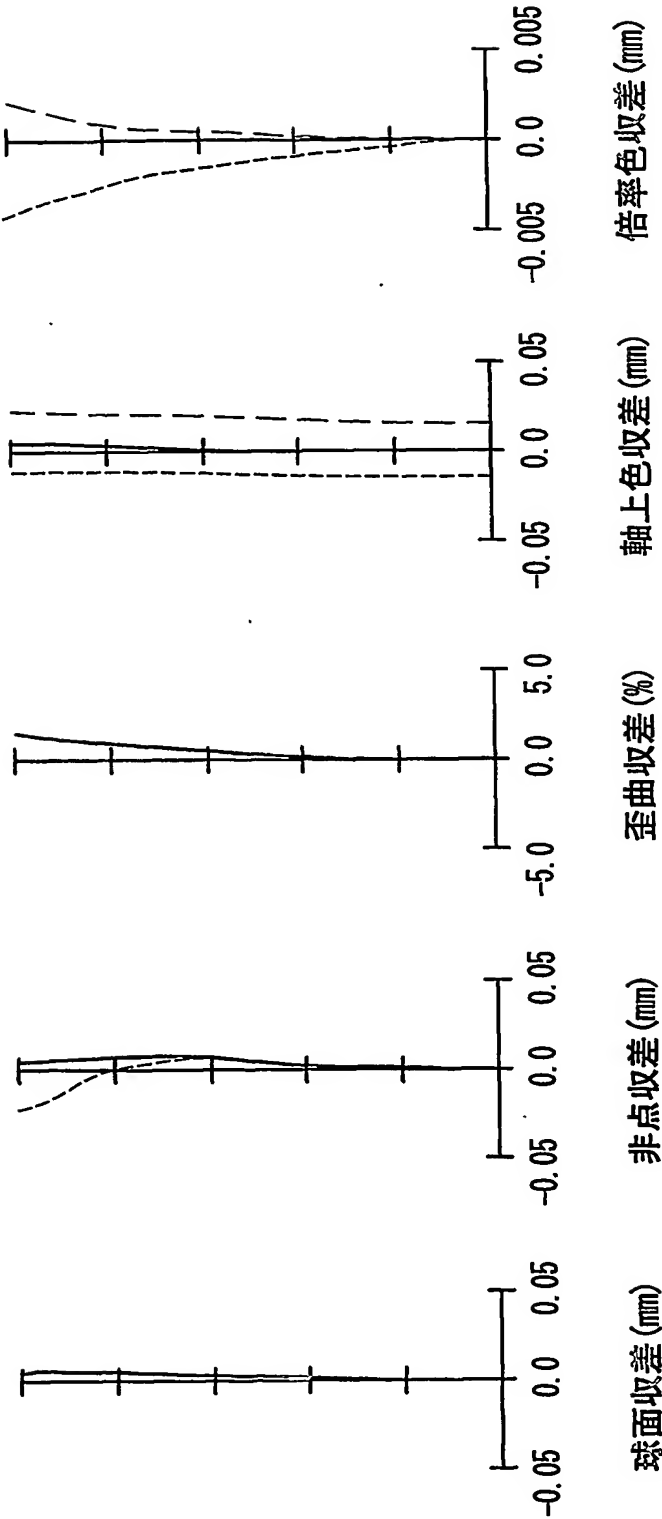


FIG. 9E

FIG. 9D

FIG. 9C

FIG. 9B

FIG. 9A

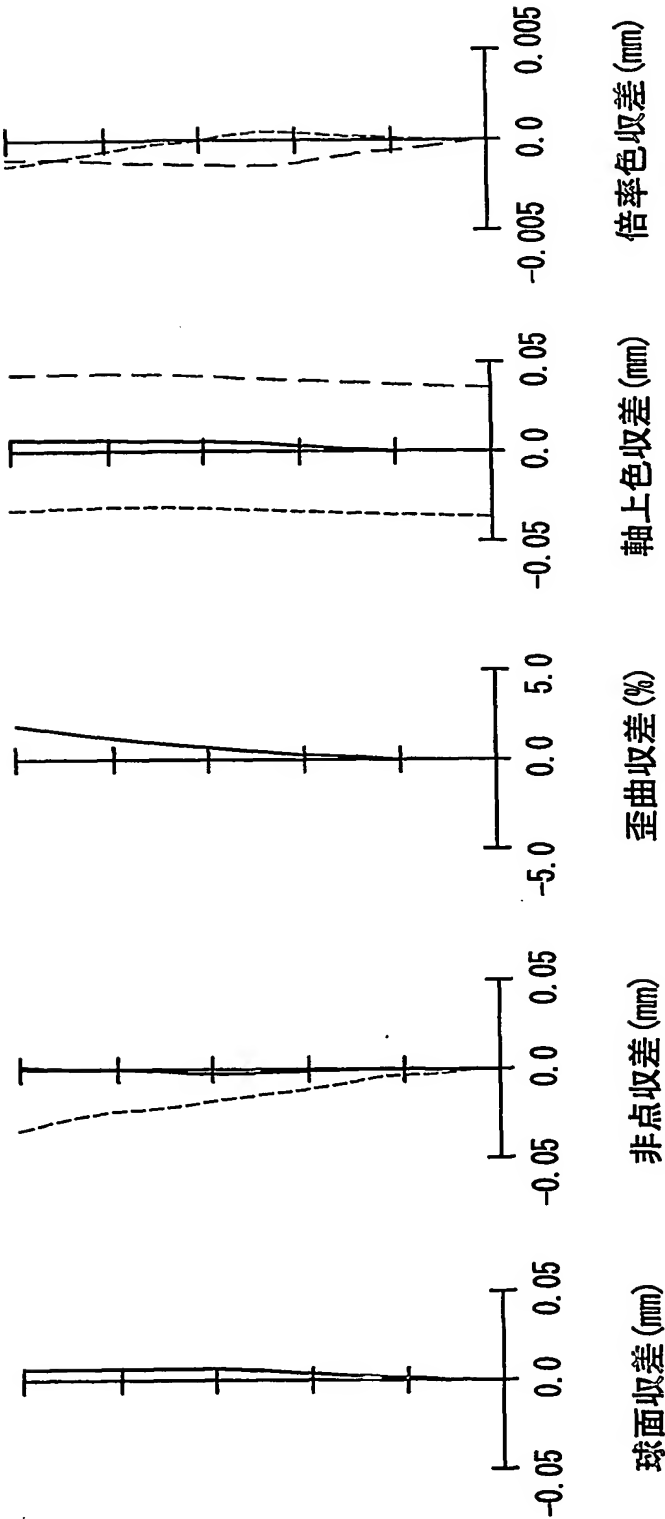


FIG. 10A

FIG. 10B

FIG. 10C

FIG. 10D

FIG. 10E

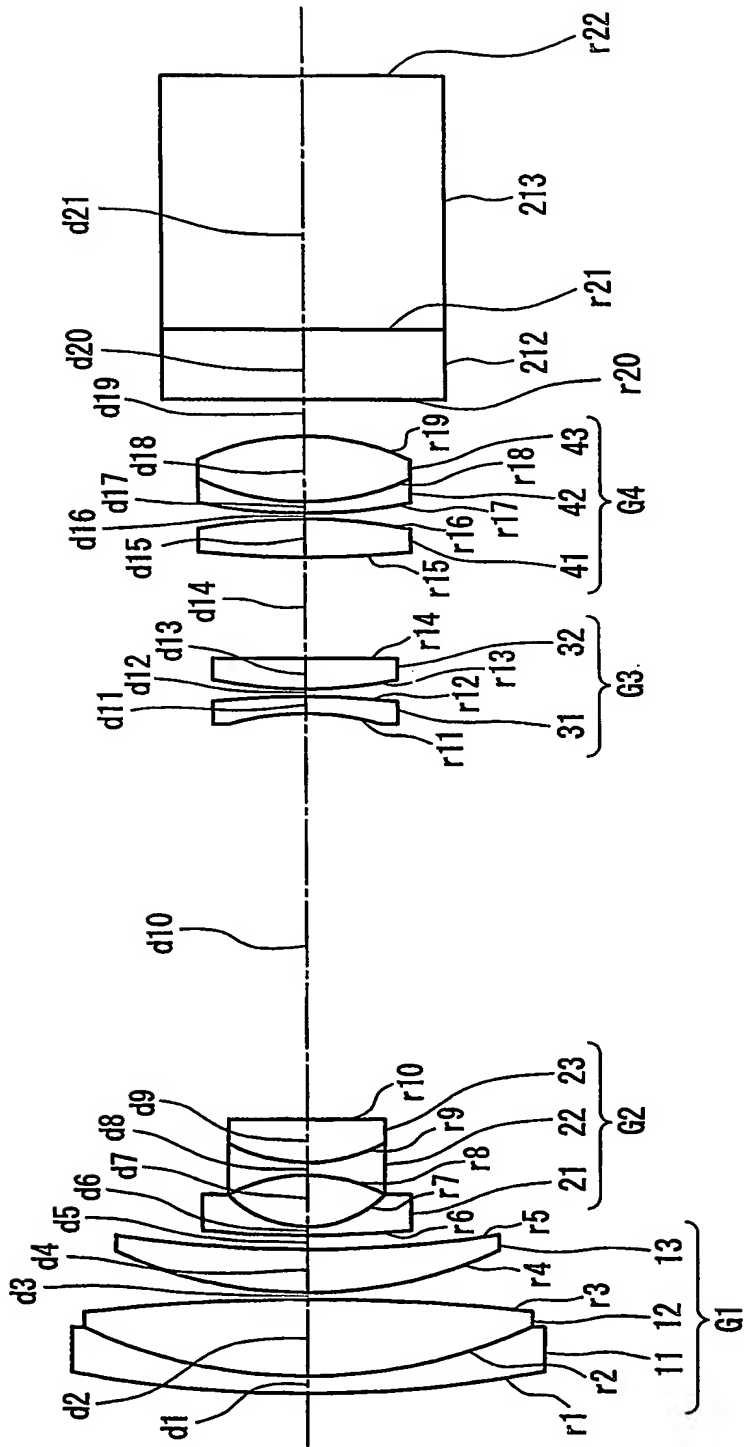


FIG. 11

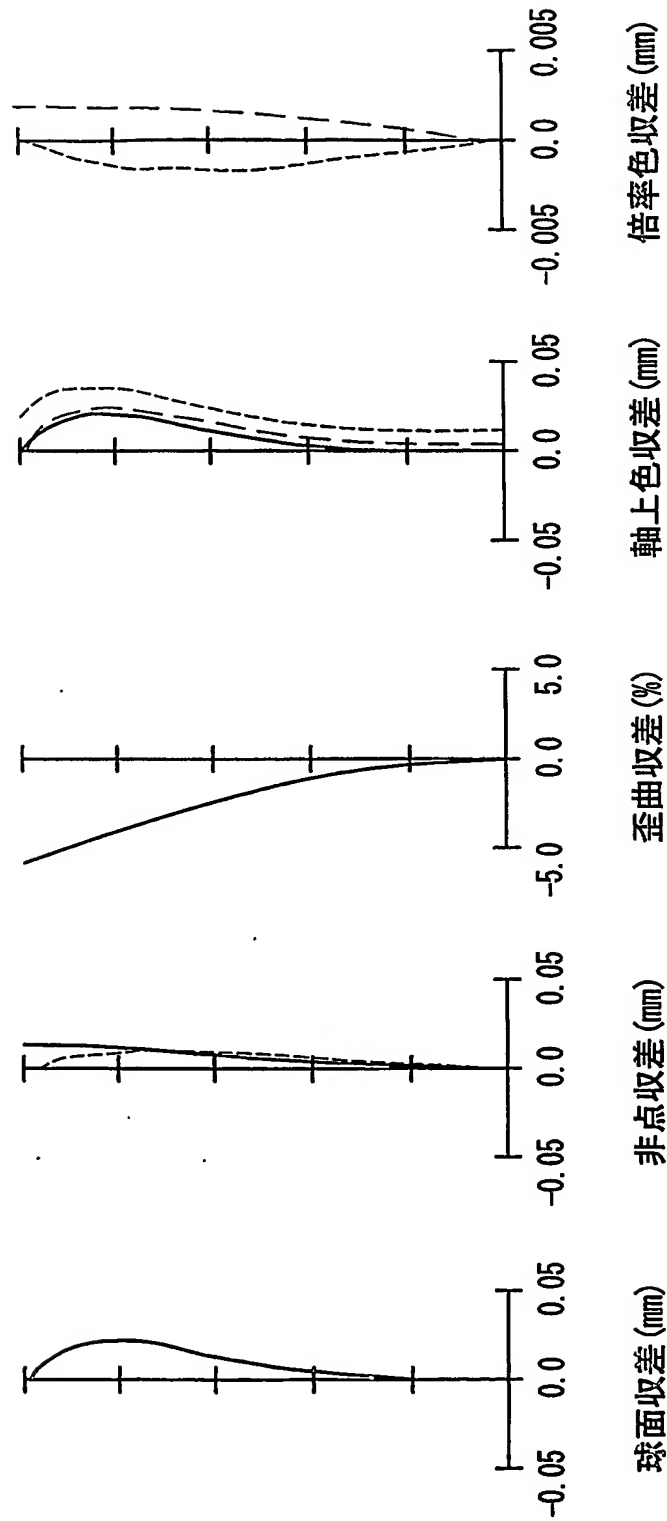


FIG. 12A

FIG. 12B

FIG. 12C

FIG. 12D

FIG. 12E

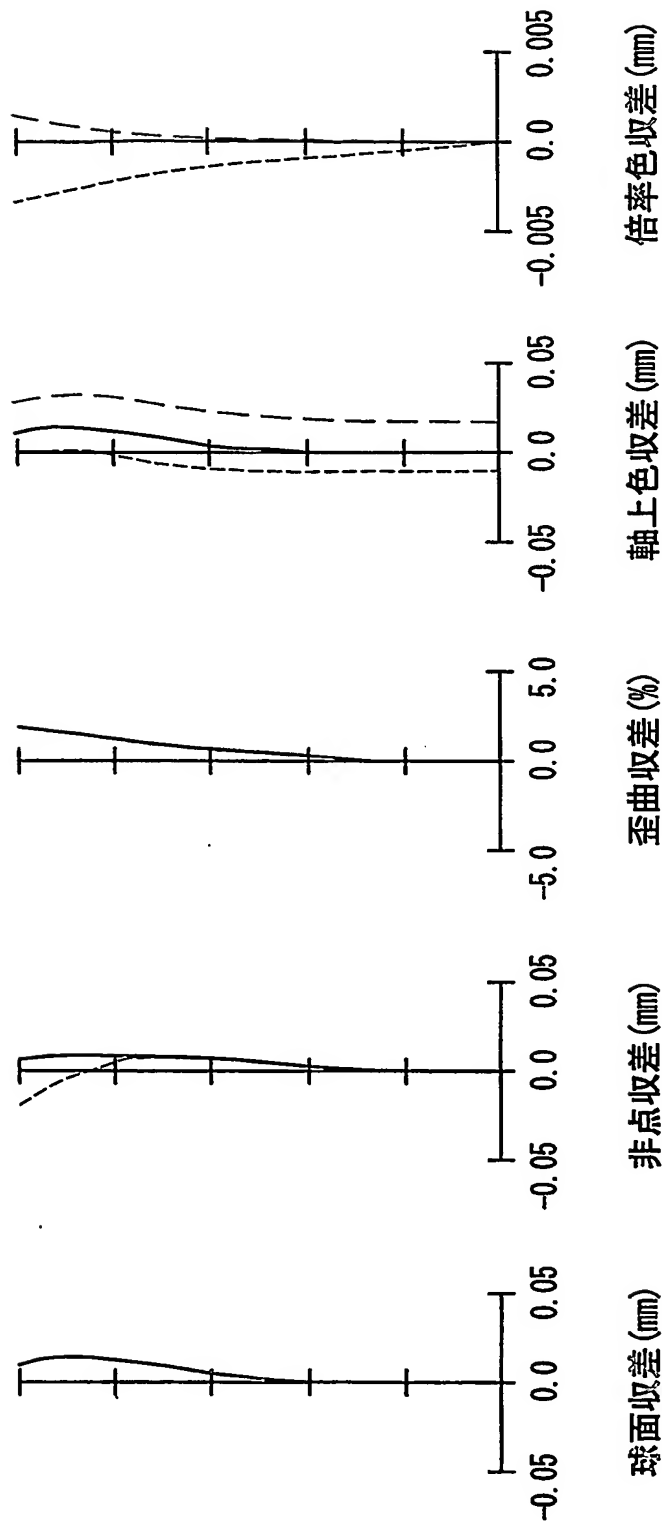


FIG. 13A

FIG. 13B

FIG. 13C

FIG. 13D

FIG. 13E

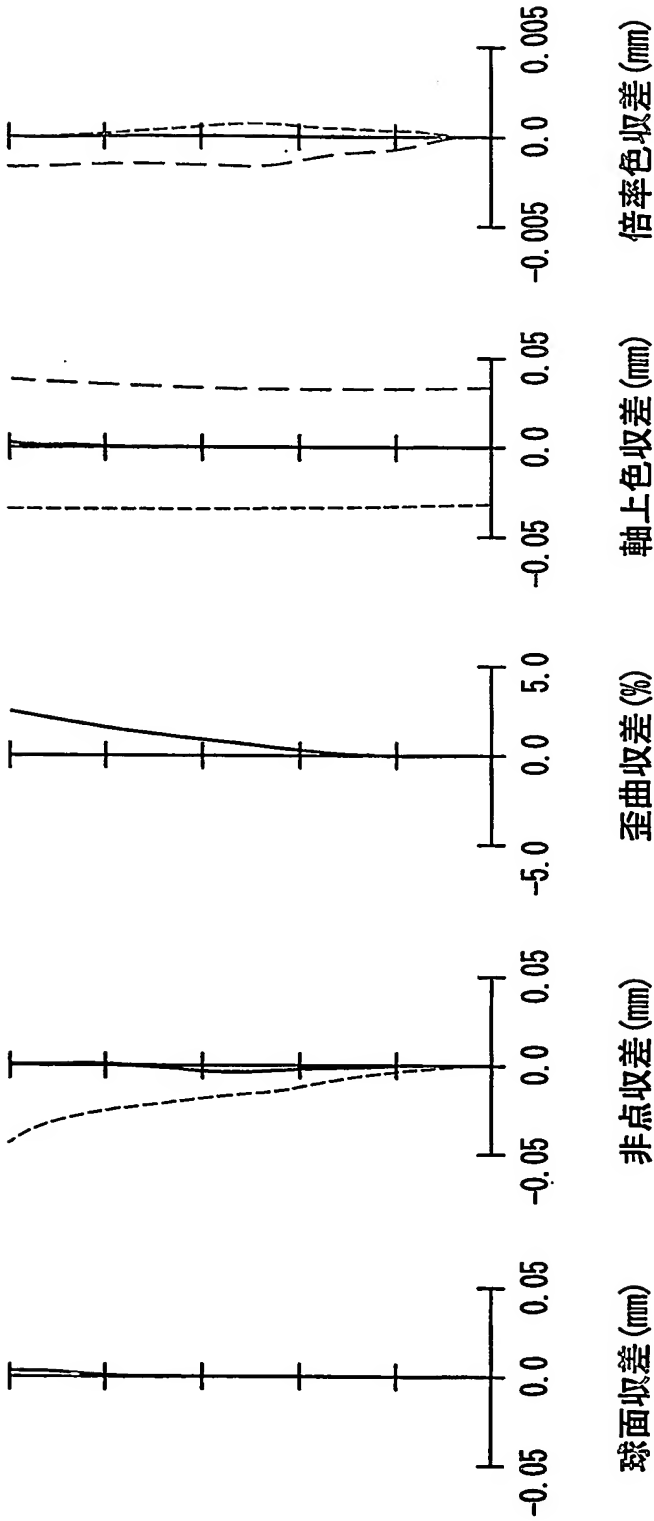


FIG. 14A

FIG. 14B

FIG. 14C

FIG. 14D

FIG. 14E

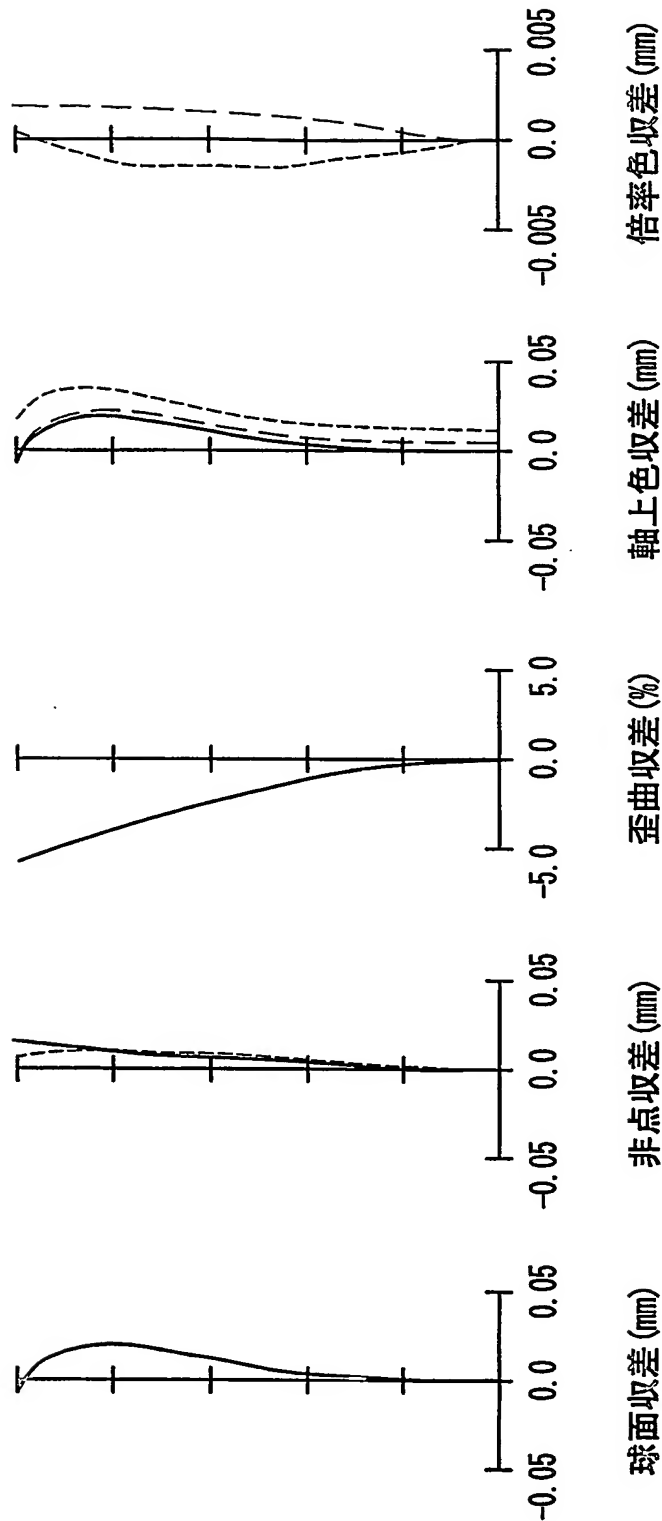


FIG. 15A FIG. 15B FIG. 15C FIG. 15D FIG. 15E

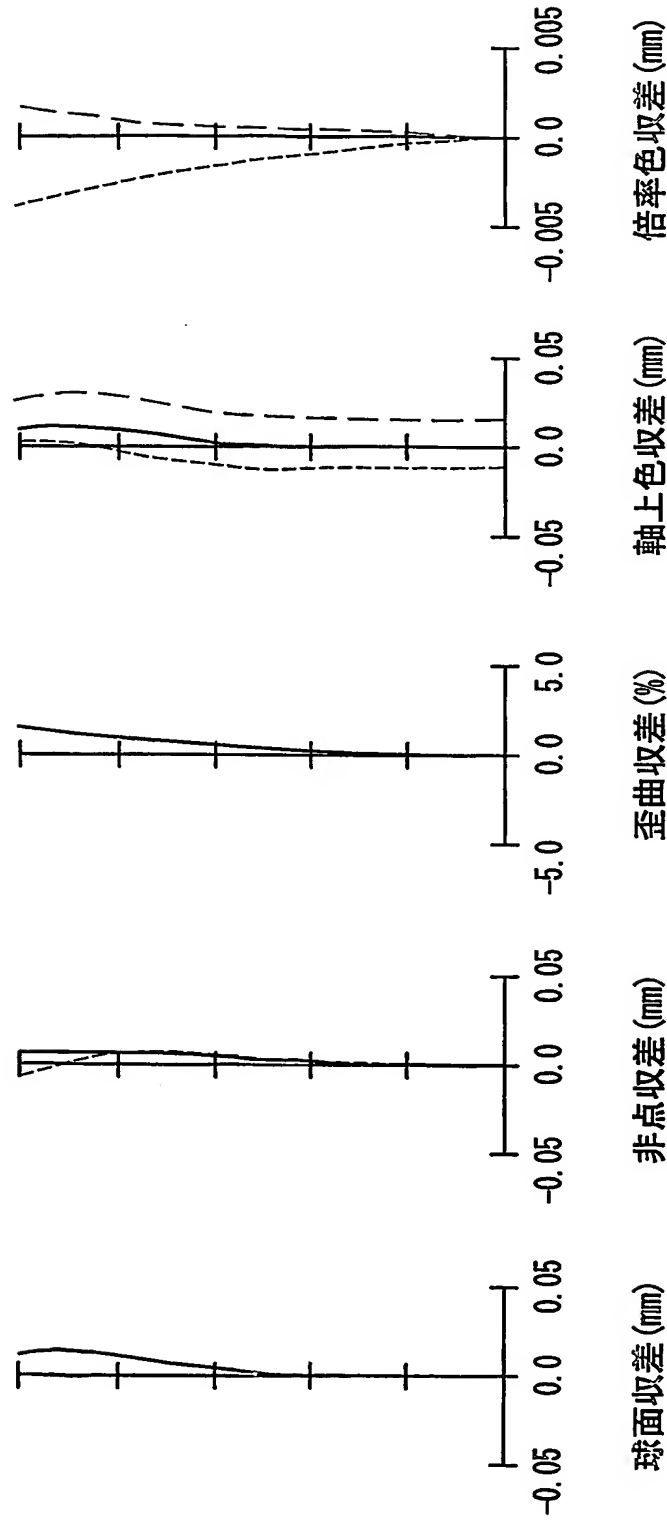


FIG. 16A

FIG. 16B

FIG. 16C

FIG. 16D

FIG. 16E

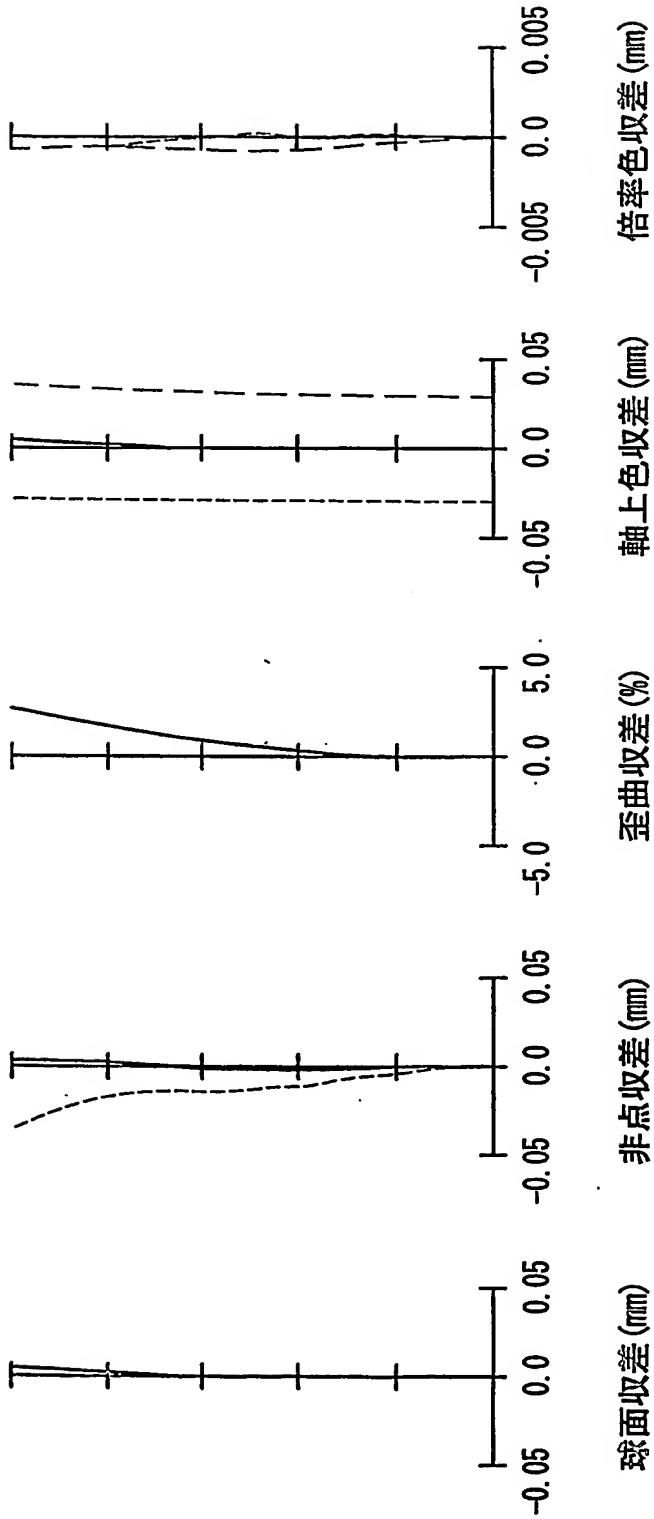


FIG. 17E

FIG. 17D

FIG. 17C

FIG. 17B

FIG. 17A

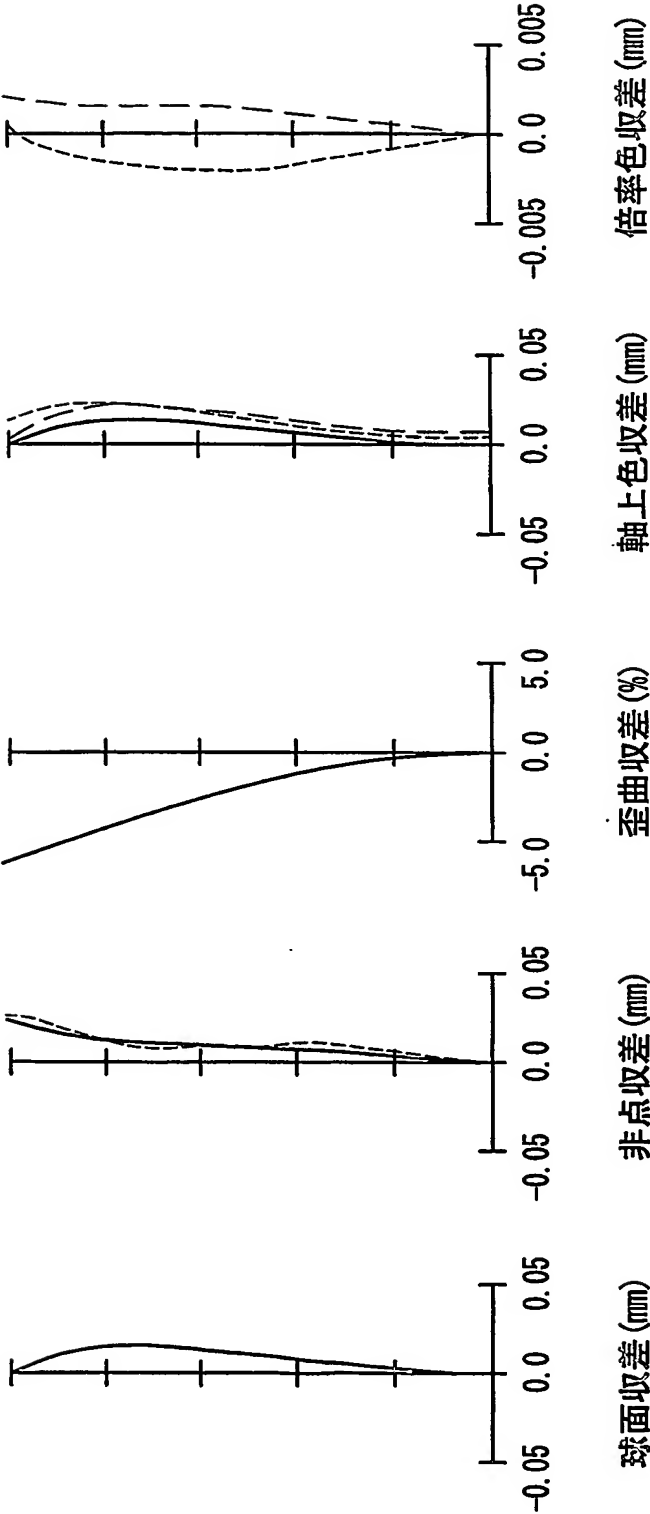


FIG. 18A

FIG. 18B

FIG. 18C

FIG. 18D

FIG. 18E

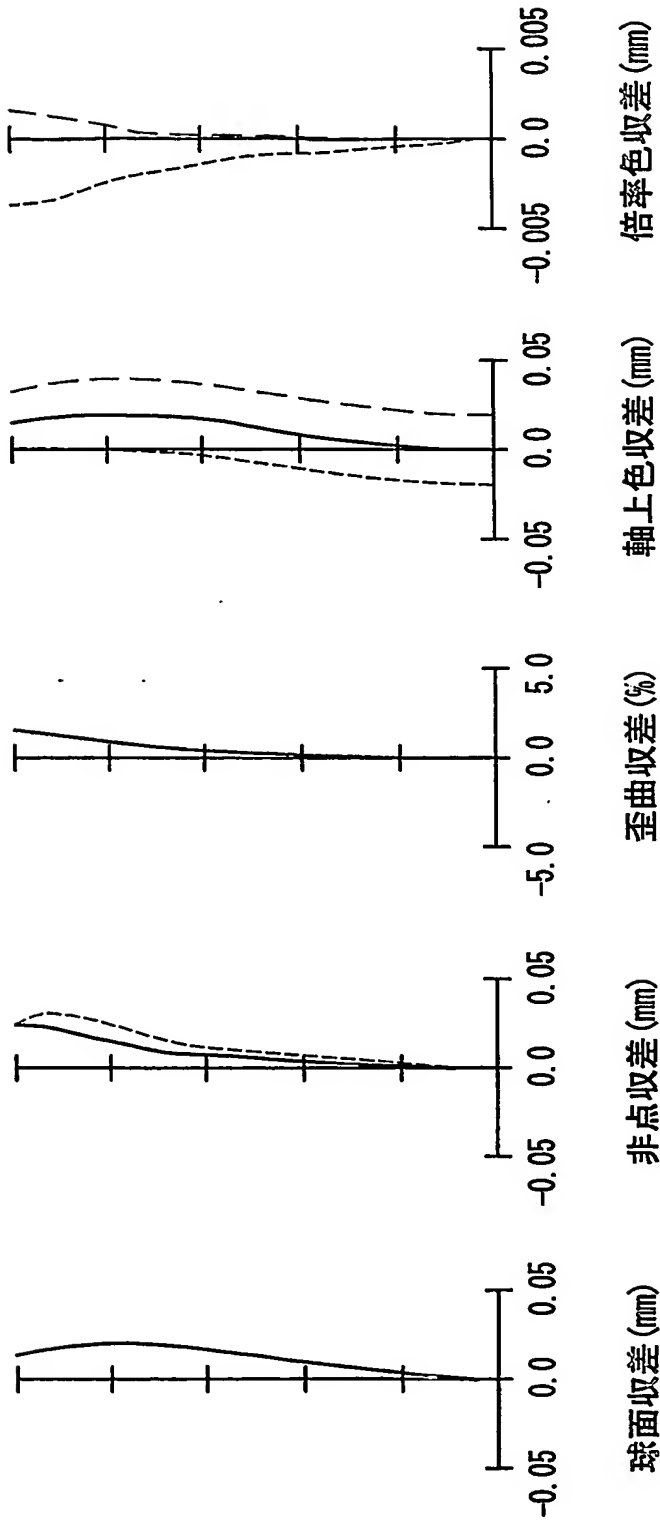


FIG. 19A

FIG. 19B

FIG. 19C

FIG. 19D

FIG. 19E

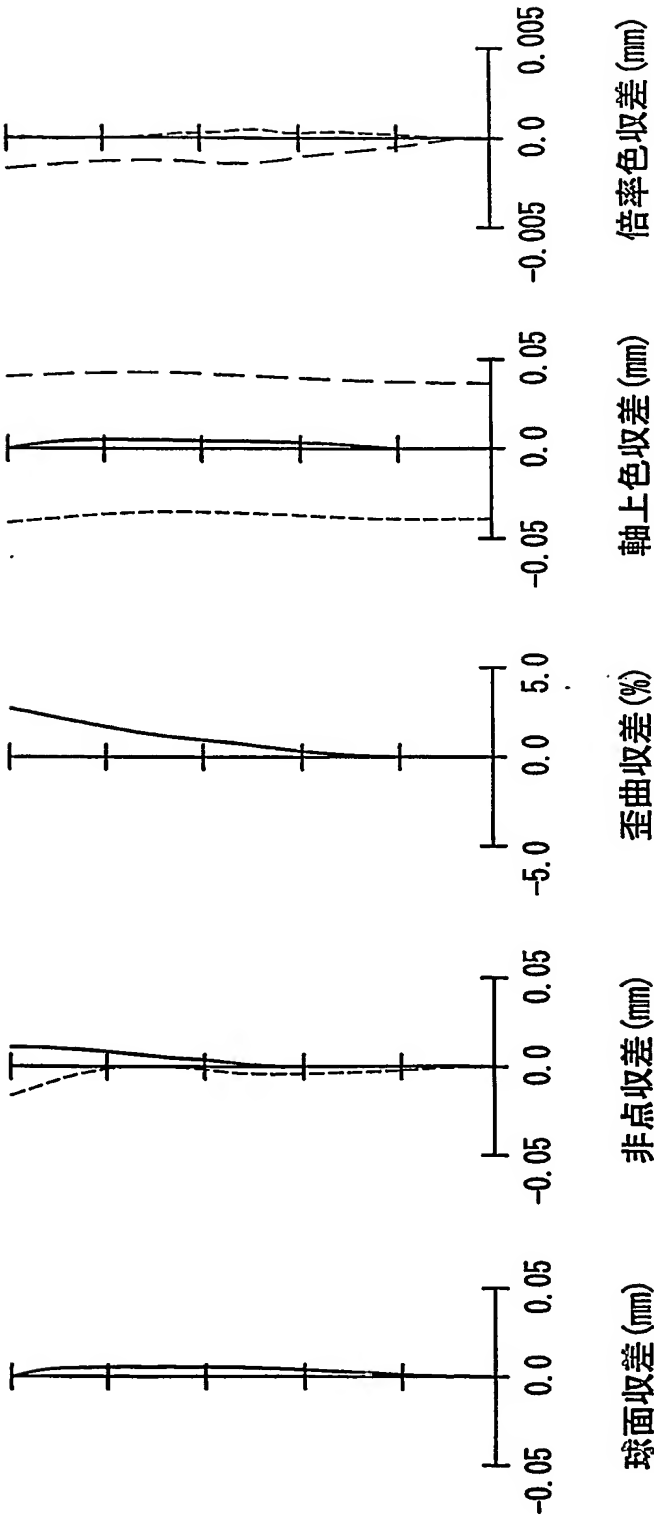


FIG. 20E

FIG. 20D

FIG. 20C

FIG. 20B

FIG. 20A

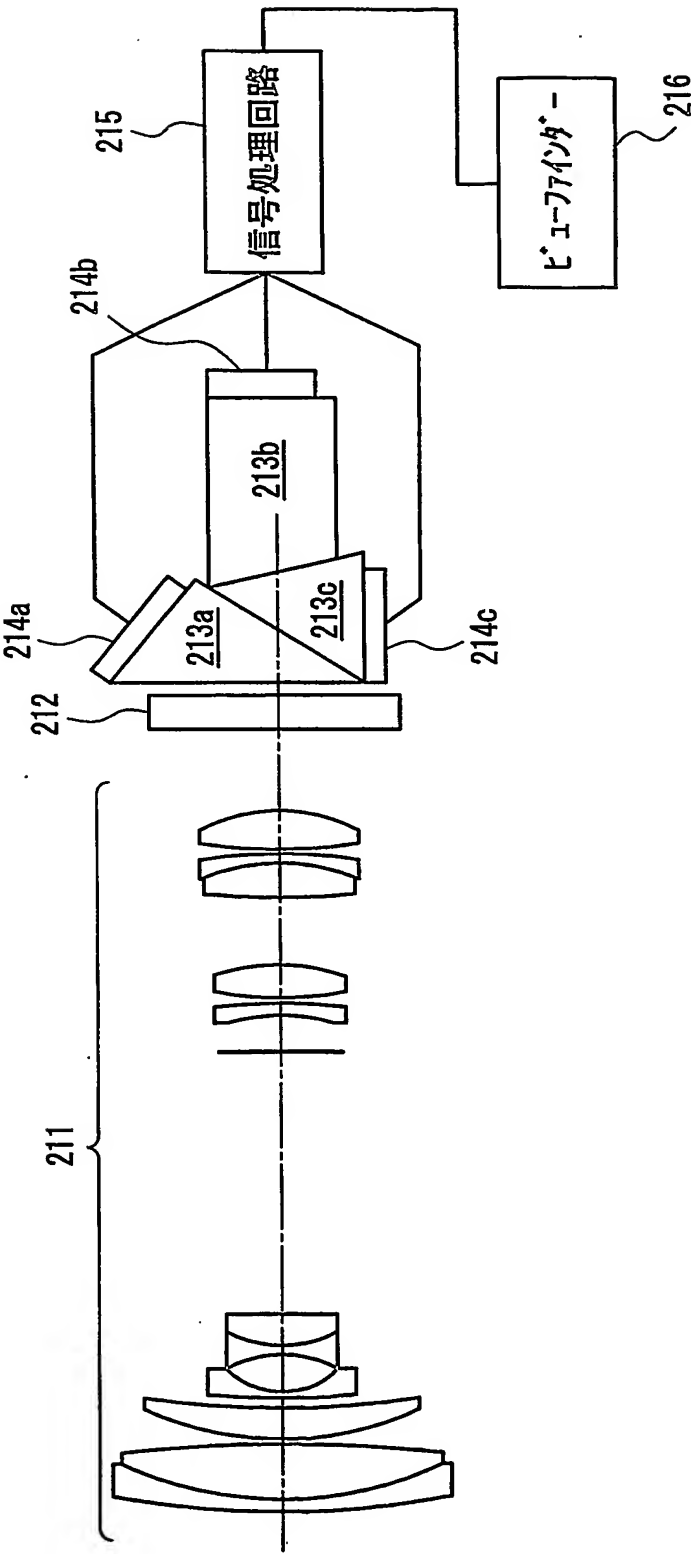


FIG. 21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/002987

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G02B15/16, G02B13/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02B15/16, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X A | JP 9-281391 A (Canon Inc.), 31 October, 1997 (31.10.97), Full text; all drawings & US 6178049 B1 & US 6226130 B1 | 1-7, 9-14 8 |
| X A | JP 2000-121940 A (Canon Inc.), 28 April, 2000 (28.04.00), Full text; all drawings (Family: none) | 1-7, 9-14 8 |
| X A | JP 2000-305016 A (Canon Inc.), 02 November, 2000 (02.11.00), Full text; all drawings (Family: none) | 1-7, 9-14 8 |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 April, 2004 (27.04.04)

Date of mailing of the international search report

18 May, 2004 (18.05.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/002987

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | JP 2000-347103 A (Sony Corp.), 15 December, 2000 (15.12.00), | 1-2, 4-7, 13-14 |
| Y | Full text; all drawings | 3, 9 |
| A | (Family: none) | 8, 10-12 |
| X | JP 2001-51196 A (Sony Corp.), 23 February, 2001 (23.02.01), | 1-2, 4-7, 13-14 |
| Y | Full text; all drawings | 3, 9 |
| A | (Family: none) | 8, 10-12 |
| X | JP 2001-116996 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), | 1-2, 4-8, 13-14 |
| Y | 27 April, 2001 (27.04.01), | 3, 9 |
| A | Full text; all drawings (Family: none) | 10-12 |
| X | JP 2001-66717 A (Canon Inc.), | 1-2, 4-7, 9-14 |
| Y | 16 March, 2001 (16.03.01), | 3 |
| A | Full text; all drawings (Family: none) | 8 |
| X | JP 2001-228394 A (Canon Inc.), | 1-2, 4-7, 9-14 |
| Y | 24 August, 2001 (24.08.01), | 3 |
| A | Full text; all drawings (Family: none) | 8 |
| X | JP 2002-131638 A (Canon Inc.), | 1-2, 4-8, 9-14 |
| Y | 09 May, 2002 (09.05.02), | 3 |
| A | Full text; all drawings (Family: none) | 8 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G02B 15/16, G02B 13/18

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G02B 15/16, G02B 13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| X A | JP 9-281391 A (キヤノン株式会社) 1997.10.31、全文、全図 & US 6178049 B1 & US 6226130 B1 | 1-7, 9-14 8 |
| X A | JP 2000-121940 A (キヤノン株式会社) 2000.04.28、全文、全図 (ファミリーなし) | 1-7, 9-14 8 |
| X A | JP 2000-305016 A (キヤノン株式会社) 2000.11.02、全文、全図 (ファミリーなし) | 1-7, 9-14 8 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 27.04.2004

国際調査報告の発送日 18.5.2004

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
森内 正明

2V 9222

電話番号 03-3581-1101 内線 3269

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|---|-------------------------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| X Y A | JP 2000-347103 A (ソニー株式会社) 2000. 12. 15、全文、全図 (ファミリーなし) | 1-2, 4-7, 13-14 3, 9 8, 10-12 |
| X Y A | JP 2001-51196 A (ソニー株式会社) 2001. 02. 23、全文、全図 (ファミリーなし) | 1-2, 4-7, 13-14 3, 9 8, 10-12 |
| X Y A | JP 2001-116996 A (松下電器産業株式会社) 2001. 04. 27、全文、全図 (ファミリーなし) | 1-2, 4-8, 13-14 3, 9 10-12 |
| X Y A | JP 2001-66717 A (キヤノン株式会社) 2001. 03. 16、全文、全図 (ファミリーなし) | 1-2, 4-7, 9-14 3 8 |
| X Y A | JP 2001-228394 A (キヤノン株式会社) 2001. 08. 24、全文、全図 (ファミリーなし) | 1-2, 4-7, 9-14 3 8 |
| X Y A | JP 2002-131638 A (キヤノン株式会社) 2002. 05. 09、全文、全図 (ファミリーなし) | 1-2, 4-7, 9-14 3 8 |